



João Francisco Seabra de Almeida Mourato

Licenciatura em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Aplicação da Filosofia *Lean* no Serviço de Manutenção de uma Empresa de Transportes Públicos

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Helena Vítorovna Guitiss Navas,
Professora Auxiliar, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof^a. Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos
Arguente(s): Prof. Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu
Vogais: Prof^a. Doutora Helena Vítorovna Guitiss Navas



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março 2019

Manutenção *Lean* aplicada a empresa de transportes públicos

Copyright © 2019

João Francisco Seabra de Almeida Mourato - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer à empresa Fertagus pela oportunidade de estágio concedida para a realização da minha dissertação, pelo apoio demonstrado ao longo do estudo e pela vontade demonstrada em analisar e implementar todas as melhorias propostas.

Um agradecimento ao Engenheiro João Grossinho, por todo o apoio prestado ao longo do estágio, pela sua disponibilidade, conselhos e oportunidades. A toda a equipa que me auxiliou ao longo do estudo e pela sua motivação em me inserir dentro da empresa e explicar-me todos os processos, o meu muito obrigado.

Um agradecimento especial à Professora Helena Navas, por toda a sua disponibilidade, conselhos, orientação e paciência. Obrigado.

Aos meus colegas da faculdade, com quem partilhei um percurso inesquecível, uma imensa partilha de conhecimentos e amizade.

Aos meus amigos, pelo incentivo e apoio ao longo de todo este percurso.

À minha namorada, Maria, por todo o apoio demonstrado ao longo deste período, pela ajuda prestada, pela paciência e pelo carinho.

Por último, o meu maior agradecimento à minha família, aos meus pais, João Paulo e Maria Cristina, e à minha irmã, Maria. O meu maior obrigado por todos estes anos vividos em família, pelo incentivo incansável, pela insistência necessária, por todo o apoio demonstrado. Obrigado por tudo.

Resumo

Face à realidade económica atual, uma manutenção eficiente deve ser considerada uma mais valia e constituir uma vantagem competitiva em relação às empresas concorrentes. No mercado de transportes onde existe uma concorrência significativa, é essencial que as empresas atinjam elevados níveis de eficiência e eficácia e ao mesmo tempo que consigam aumentar a satisfação dos clientes, de forma a não perderem a sua quota de mercado. Assim sendo, e tendo em vista um crescimento estável, as empresas não podem abdicar dos processos de melhoria contínua, apoiados em novas abordagens e metodologias científicas.

Neste contexto, a redução de desperdícios, tanto humanos como materiais, constituem um dos objetivos das empresas deste setor, visto que permite rentabilizar a capacidade de operação. A filosofia *Lean*, cujas ferramentas incluem processos contínuos de análise, tem como objetivo a redução destes desperdícios, com vista a melhorar a qualidade e a diminuir o tempo e o custo de produção.

A presente dissertação teve como base um estudo realizado na empresa Fertagus, que se dedica ao transporte ferroviário da travessia do rio Tejo. O estudo decorreu no departamento de manutenção, que é um setor crucial da empresa e teve como objetivo identificar eventuais problemas dos processos existentes neste departamento e encontrar soluções para os mesmos com vista a aumentar a rentabilidade da manutenção.

Foram identificados alguns problemas e situações passíveis de melhoria relacionados com a gestão e organização da manutenção. Para a resolução desses problemas foram utilizadas algumas ferramentas da filosofia *Lean*. Entre as propostas de melhoria destacam-se a padronização dos processos, a gestão do *layout* e a melhoria das condições físicas durante as operações de manutenção preventiva.

A aplicação integral de todas as propostas sugeridas poderá permitir à empresa aumentar a eficiência e eficácia dos processos, assim como os níveis de satisfação dos funcionários, a sua disciplina, motivação e o seu comprometimento com os objetivos da empresa.

Palavras-chave: Manutenção; melhoria contínua; *Lean*; desperdício; manutenção *Lean*

Abstract

Given the current economic reality, efficient maintenance can be considered as a plus and a competitive advantage over competing firms. In the market of transportation services where there are so many options it is essential for businesses to maintain a high level of consumer satisfaction in order to avoid losing their market share. Therefore, and in view of stable growth, companies cannot give up on processes of continuous improvement, supported by new approaches and scientific methodologies.

In this context, the reduction of waste, both human and material, is one of the objectives of companies in this sector, since it allows to maximize the capacity of operation. The *Lean* philosophy, whose tools include continuous process analysis, aims to reduce these wastes, allowing to improve quality and reducing production time and cost.

The present dissertation was based on a study which took place at Fertagus, a railroad company which is dedicated to crossing the Tagus River. The study took place in the maintenance department, which is a crucial sector of the company and aimed to study the processes implemented in this department, in order to identify possible problems and find solutions for them in order to increase the profitability of maintenance.

A variety of problems were identified related to the management and organization of maintenance. To solve said problems, some *Lean* philosophy's tools were implemented. Among the proposals, the standardization of processes, the layout management and the improvement of the physical conditions during the maintenance operations stand out.

The full application of the proposals may allow the company to increase its efficiency and efficacy of processes, as well as the level of satisfaction of employees, their discipline, motivation and commitment to the company's goals.

Keywords: Maintenance; continuous improvement; *Lean*; waste; *Lean* maintenance

Índice

Agradecimentos.....	III
Resumo	V
Abstract.....	VII
Índice de figuras	XI
Índice de tabelas	XIII
Abreviaturas, siglas e acrónimos	XV
1. Introdução.....	- 1 -
1.1 Enquadramento do tema	- 1 -
1.2 Objetivos e metodologia do estudo	- 3 -
1.3 Estrutura da dissertação.....	- 5 -
2. Metodologias de apoio à melhoria de processos	- 7 -
2.1 Filosofia <i>Lean</i>	- 7 -
2.1.1 Princípios <i>Lean</i> e desperdícios	- 9 -
2.1.2 Pilares do <i>Lean</i>	- 11 -
2.1.3 Ferramentas do <i>Lean</i>	- 15 -
2.1.4 Manutenção <i>Lean</i>	- 24 -
2.2 Outras Metodologias de Apoio	- 27 -
2.2.1 Os Cinco Porquês	- 27 -
2.2.3 <i>Brainstorming</i>	- 28 -
2.2.4 Diagrama causa-efeito	- 30 -
2.2.6 Diagrama de Pareto	- 31 -
3. Empresa Fertagus	- 33 -
3.1 Caracterização da empresa e descrição dos procedimentos	- 33 -
3.1.1 Missão, Visão e Valores	- 34 -
3.1.2 Departamento de Manutenção	- 36 -
3.1.3 Caracterização das atividades de manutenção existentes	- 42 -
3.1.4 Ciclos e planos de manutenção.....	- 46 -
3.1.5 Documentação	- 48 -
3.1.6 Rotáveis	- 50 -
3.1.7. Codificação e rastreabilidade.....	- 51 -
3.1.8 Gestão informática	- 54 -

3.1.9 Plano de controlo	- 55 -
3.1.10. Atuais projetos <i>Lean</i>	- 55 -
4. Identificação de problemas e propostas de melhoria	- 61 -
4.1 Identificação de problemas.....	- 61 -
4.1.1 Observação direta.....	- 61 -
4.1.2 <i>Brainstorming</i>	- 62 -
4.1.3 Inquéritos	- 63 -
4.2 Análise e triagem dos problemas identificados	- 63 -
4.3 Descrição dos problemas identificados	- 68 -
4.3.1 Falta de padronização nos processos dos ETS	- 68 -
4.3.2 Más condições físicas no trabalho.....	- 74 -
4.3.3 Distância excessiva entre armazéns e local das operações	- 75 -
4.3.4 Falta de arrumação e obstrução das vias utilizadas para circulação	- 76 -
4.3.5 Falta de gestão visual	- 78 -
4.3.6 Falta de aplicação de procedimentos de segurança	- 79 -
4.4 Propostas de melhoria.....	- 80 -
4.4.1 Padronização nos processos das ETS.....	- 81 -
4.4.1.1 Criação de procedimentos para os processos de manutenção	- 81 -
4.4.1.2 Aumento da produtividade e cumprimento de objetivos	- 84 -
4.4.2 Más condições físicas no trabalho.....	- 85 -
4.4.3 Distância excessiva entre armazéns e local das operações	- 87 -
4.4.4 Falta de arrumação geral e obstrução das vias de circulação	- 90 -
5. Conclusões.....	- 93 -
Bibliografia	- 95 -
Anexos.....	- 99 -
Anexo A) Fichas de registo das operações de manutenção.....	- 99 -
Anexo B) Valores da empresa.....	- 108 -
Anexo C) Normas de Segurança.....	- 109 -

Índice de figuras

Figura 1.1 - Evolução do nº de passageiros transportados em meio suburbano por via ferroviária ..	- 2 -
Figura 2.1 - Esquema da produção TPS	- 12 -
Figura 2.2. - O ciclo de melhoria contínua de acordo com a sequência PDCA	- 16 -
Figura 2.3 - Aplicação Conjunta dos ciclos SDCA e PDCA	- 18 -
Figura 2.4 - Esquema representativo da metodologia 5S	- 20 -
Figura 2.5 - Estrutura básica dos <i>Rapid Improvement Events</i>	- 21 -
Figura 2.6 - Exemplos de gestão visual	- 24 -
Figura 2.7 - Estrutura do diagrama de causa efeito	- 30 -
Figura 3.1 - Logótipo da Fertagus	- 33 -
Figura 3.2 - Organigrama geral da Fertagus.....	- 35 -
Figura 3.3 - Vista geral do interior da oficina.....	- 36 -
Figura 3.4 - Escritório dos coordenadores	- 37 -
Figura 3.5 - Sala de convívio.....	- 37 -
Figura 3.6- Armazém dedicado a componentes de maiores dimensões	- 38 -
Figura 3.7- Armazém dedicado a componentes de pequenas dimensões	- 38 -
Figura 3.8 - Estação de limpeza exterior das UQE	- 38 -
Figura 3.9 - Local da limpeza de interiores das UQE	- 39 -
Figura 3.10 - Ciclo anual (intervenção sazonal e com base temporal)	- 47 -
Figura 3.11 - Ciclo V1 (300.000 Km).....	- 47 -
Figura 3.12 - Ciclo R (30 anos)	- 47 -
Figura 3.13 - Exemplo de ficha de registo 1.....	- 49 -
Figura 3.14 - Exemplo de ficha de registo 2.....	- 49 -
Figura 3.15 - Exemplo de ficha de registo 3.....	- 49 -
Figura 3.16 - Exemplo de codificação para carruagem motora	- 52 -
Figura 3.17 - Exemplo de codificação para carruagem reboque	- 52 -
Figura 3.18 - Exemplo da estrutura de código alfanumérico	- 53 -
Figura 3.19 – Exemplo de ficha de registo de armazém.....	- 53 -
Figura 3.20 - Ferramenta 5S aplicada ao armazém principal	- 55 -
Figura 3.21 - Organização de ferramentas por posto de trabalho delimitada por marcas	- 56 -
Figura 3.22 - Organização de ferramentas por posto de trabalho sem delimitação.....	- 57 -
Figura 3.23 - Organização de instrumentos de medição	- 57 -
Figura 3.24 - Arrumação das ferramentas por segmentos	- 58 -
Figura 3.25 - Arrumação das ferramentas por tamanho.....	- 59 -
Figura 4.1 - Aplicação do diagrama de Ishikawa	- 64 -
Figura 4.2 - Diagrama de Pareto	- 66 -
Figura 4.3 - Local da operação lateral dos ETS.....	- 70 -
Figura 4.4 - Local das operações de troca de filtros	- 71 -
Figura 4.5 - Exemplos do local onde se realizam as operações de baixo das UQE (1)	- 72 -

Figura 4.6 - Exemplos do local onde se realizam as operações de baixo das UQE (2)	- 72 -
Figura 4.7 - Local das operações de limpeza das antenas das UQE	- 73 -
Figura 4.8 - Local onde se realizam algumas das operações no interior das UQE	- 74 -
Figura 4.9 - Exemplo da dificuldade em aceder aos armazéns	- 76 -
Figura 4.10 - Exemplo de falta de arrumação	- 77 -
Figura 4.11 - Exemplo de obstrução das vias utilizadas para circulação	- 77 -
Figura 4.12 - Falta de gestão visual	- 78 -
Figura 4.13 - Outro exemplo de falta de gestão visual	- 79 -
Figura 4.14 - Procedimentos de segurança	- 80 -
Figura 4.15 - Movimentos das operações dos ETS	- 82 -
Figura 4.16 - Esquema do seguimento das operações	- 83 -
Figura 4.17 - Proposta de solução para más condições de trabalho	- 86 -
Figura 4.18 - Proposta de solução para a operação de limpeza das antenas das UQE	- 87 -
Figura 4.19 - Esquema dos caminhos para chegar aos armazéns	- 88 -
Figura 4.20 - Exemplificação de solução	- 89 -
Figura 4.21 - Sistema utilizado atualmente para deslocações	- 90 -

Índice de tabelas

Tabela 2.1 - As 4 regras do TPS	- 14 -
Tabela 2.2 - Benefícios da aplicação do SMED.....	- 23 -
Tabela 2.3 - Exemplo de aplicação dos 5 W	- 28 -
Tabela 2.4 - As regras do Brainstorming.....	- 29 -
Tabela 4.1 - Problemas identificados e respectivas causas	- 64 -
Tabela 4.2 - Frequência dos problemas identificados	- 65 -
Tabela 4.3 – Aplicação dos 5 Porquês	- 66 -

Abreviaturas, siglas e acrónimos

EPI - Equipamento de Proteção Individual

ETS - Ensaaios e Trabalhos Sistemáticos

IP - Infraestruturas de Portugal

JIT - *Just in Time*

LCM - *Lean Centered Maintenance*

MMC - Manual de manutenção de componentes

RCFA - *Root Cause Failure Analysis*

RCM - *Reliability Centered Maintenance*

RIE - *Rapid Improvement Events*

SMED - *Single Minute Exchange of Die*

TPM - *Total Productive Maintenance*

TPS - Toyota Production System

UQE - Unidade Quádrupla Elétrica

1. Introdução

No presente capítulo será apresentado o enquadramento do tema do estudo, os objetivos que se pretende atingir e a estrutura utilizada para a realização do mesmo.

1.1 Enquadramento do tema

O setor ferroviário é, atualmente, um dos maiores setores terrestres de transporte de mercadorias e passageiros em Portugal. Este meio de transporte é apelativo para as pessoas e para o país pois apresenta inúmeras vantagens relativamente aos transportes rodoviários, tais como a elevada capacidade de carga, o facto de as linhas férreas ocuparem menos espaço que as estradas e o facto de ser um transporte mais económico no que se refere a mercadorias pesadas ou volumosas. Acresce ainda o facto de ser um transporte com um baixo consumo de energia e ser pouco poluente, especialmente nas ferrovias eletrificadas, e existir uma grande facilidade de circulação, não havendo congestionamentos previsíveis.

Apesar de ser atualmente um dos meios de transporte mais utilizados, tal nem sempre foi uma realidade em Portugal. O projeto de unir o país através de vias ferroviárias teve início em meados do século XIX. Com efeito, com a celebração, em 1845, do contrato entre o governo português e a “Companhia de Obras Públicas de Portugal” foi dado o primeiro passo para a construção dos caminhos de ferro em Portugal, com o objetivo de melhorar as vias de comunicação nacionais. O projeto viria a sofrer atrasos motivados pelos conflitos políticos de 1846, e quando a situação política se acalmou foi proposta a construção do caminho de ferro de Lisboa até Santarém e daí até à fronteira espanhola. Após várias desinteligências entre a companhia e os empreiteiros, o governo viria a chamar a si a administração das obras, tendo o primeiro troço de caminho ferro, ligando Lisboa ao Carregado, numa distância de 36,5 km, sido inaugurado a 28 de outubro de 1856 (Torres, 1958).

A 30 de julho de 1859, o governo português celebrou um contrato com o empresário espanhol José de Salamanca y Mayol, para construir a ligação ferroviária das Linhas do Norte e Leste e em 1860 foi constituída a Companhia Real dos Caminhos de Ferro Portugueses que iria explorar essas linhas. Até ao final do século XIX verificou-se um grande esforço de construir novas ferrovias e criar uma rede que unisse os principais pontos do país (Torres, 1958).

Em 1914, com o início da Primeira Grande Guerra verificou-se uma grande desaceleração na construção dos caminhos de ferro. Além disso, um consequente aumento do preço do carvão provocou uma redução dos serviços e a necessidade de utilizar lenha para alimentar as fornalhas das locomotivas, o que gerava vários problemas de manutenção do material circulante (Reis et al., 2006).

Devido a todas as dificuldades que foram surgindo com a exploração das linhas ferroviárias, no período entre as duas guerras mundiais, o Estado tomou a decisão de intervir, tendo nascido a Companhia dos Caminhos de Ferro Portugueses, a qual, a partir de 1947, tomou a seu cargo a

exploração de todas as linhas em Portugal, com exceção da Linha de Cascais, cuja concessão de arrendamento tinha sido entregue à Sociedade Estoril até 1976 (Reis et al., 2006).

Ao longo do século XX o transporte ferroviário viu o seu crescimento dificultado em virtude do elevado investimento na via rodoviária, dada a maior facilidade na aquisição de veículo particular. Só com a entrada de Portugal na União Europeia a ferrovia portuguesa teve um crescimento significativo, tendo atingido o auge nos anos 90, com a modernização e atualização das principais estações, eletrificação de várias linhas importantes e resolução de estrangulamentos.

Dado que a Fertagus só opera no transporte de passageiros em meio suburbano, será este o foco do estudo, não sendo essencial imperativo analisar o transporte de mercadorias e pessoas a nível nacional, função principal da Comboios de Portugal.

Tendo Portugal atravessado uma crise económica entre 2010 e 2014 seria de esperar um aumento no uso dos meios de transporte públicos, dado o menor poder de compra da população em geral. Essa hipótese não se confirmou, tendo mesmo existido um decréscimo na utilização dos transportes, nomeadamente dos comboios, ao nível suburbano. Este decréscimo poderá ter diversas explicações possíveis como por exemplo as más condições nos transportes, o aumento do preço das tarifas e a irregularidade dos horários (altamente afetados por greves). No entanto essa tendência de abrandamento da utilização chegou ao fim em 2017 estando o setor a recuperar os valores de anos passados, anteriores ao registo da quebra, como demonstra a **Figura 1.1**.

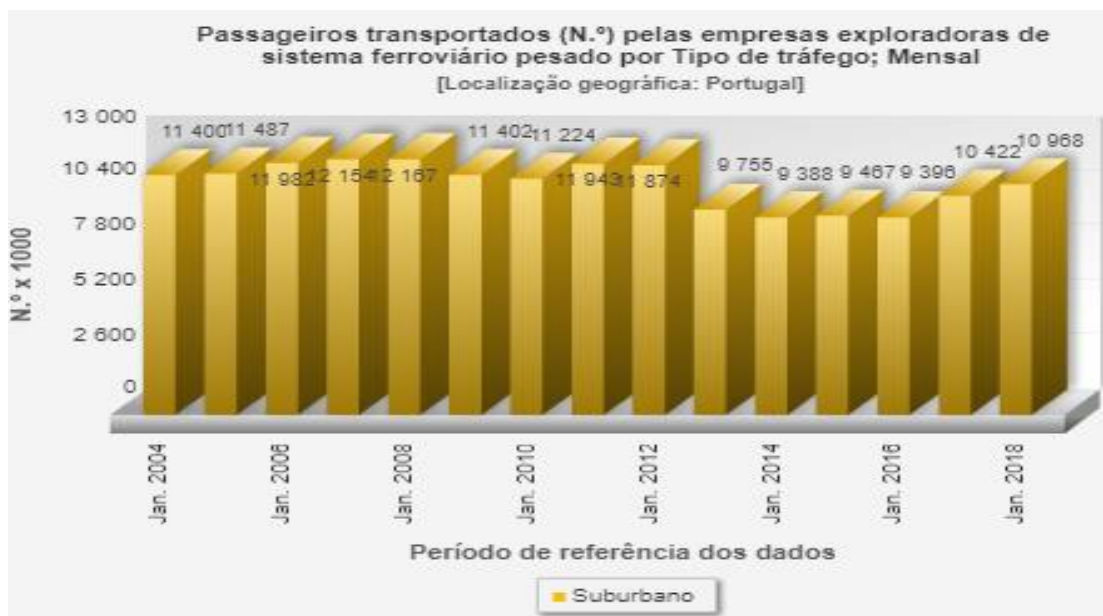


Figura 1.1 - Evolução do número de passageiros transportados em meio suburbano por via ferroviária (INE, 2018)

Tendo em consideração os dados apresentados na **Figura 1.1** denota-se a existência de um aumento no uso do transporte ferroviário pelos passageiros, todavia o mercado não apresenta evidências no seu crescimento. Um potencial aumento poderá advir de uma melhoria dos serviços prestados, serviços esses que poderão passar por uma revisão profunda da gestão da manutenção.

1.2 Objetivos e metodologia do estudo

O objetivo do estudo inicialmente proposto pela Fertagus visava a realização de um diagnóstico dos processos no serviço de manutenção da empresa com vista à identificação de problemas. Porém durante o desenvolvimento do estudo foi possível não só identificar os problemas, mas também elaborar algumas propostas de melhoria.

Visto os comboios possuírem um número significativo de componentes e existirem diversos tipos de manutenções programadas, tanto pelo número de quilómetros como pelo tempo decorrido desde a última manutenção, e dado que não será possível estudar todas as intervenções, o presente estudo focou-se essencialmente no processo principal e que requer mais tempo: **ETS (Ensaios e Trabalhos Sistemáticos)**, intervenções caracterizadas como manutenção preventiva sistemática.

As intervenções relativas quer à manutenção preventiva, quer à condicionada, são planeadas de forma a minimizar o tempo de imobilização, para que a manutenção corrente não afete o plano de exploração comercial das UQE. Deste modo, as intervenções têm uma duração limitada aos períodos de disponibilidade, sendo feito o “split” das operações em grupos de equipamentos que caibam nesses períodos.

De forma a identificar possíveis melhorias, redução de desperdícios materiais e humanos e implementar novas soluções foram utilizadas ferramentas analíticas da filosofia *Lean* e outras ferramentas de melhoria contínua, com o intuito de cumprir o objetivo proposto por este estudo.

Como forma de sustentar a realização do presente estudo foi necessário recorrer a um aprofundamento do conhecimento das metodologias aplicadas, como é o caso da filosofia *Lean*, com o intuito de se encontrar soluções válidas e viáveis. Para tal, a realização deste estudo obedeceu, por ordem, à seguinte estrutura metodológica:

- 1) **Caracterização dos processos existentes no serviço de manutenção da empresa, a sua gestão e o seu controlo.** Tal processo foi realizado através de observação direta, *brainstorming* com todos os escalões da empresa, desde diretores a mecânicos, e análise de documentos internos da empresa, tal como o Manual de Manutenção das UQE;

- 2) **Identificação de problemas e oportunidades de melhoria.** Para tal foram utilizadas ferramentas analíticas tais como a observação direta, *brainstorming* e a realização de inquéritos entregues a todos os membros da empresa que foram contactados ao longo do estudo;
- 3) **Análise dos problemas identificados.** Nesta fase foram utilizadas ferramentas analíticas para triagem de problemas identificados, obtidos na secção de identificação de problemas, tais como os 5 Porquês e diagrama de Ishikawa. Tal análise revelou falhas existentes como por exemplo na padronização de processos, nas condições de trabalho existentes e num mau desenho de *layout* do armazém;
- 4) **Priorização dos problemas identificados.** Nesta fase foi necessário elaborar uma priorização dos problemas identificados dado que as respostas dadas pelos inquéritos não iam de encontro aos problemas mais urgentes definidos pelas chefias. Foi aplicada a ferramenta analítica do diagrama de Pareto, observação direta e conversas com os maiores graus hierárquicos da empresa;
- 5) **Elaboração das propostas de melhoria.** Foram elaboradas propostas com base em ferramentas da filosofia *Lean*, tais como os 5S, a padronização de processos e a melhoria de *layout*;
- 6) **Análise dos resultados expectáveis da aplicação das propostas de melhoria sugeridas.** Após a elaboração das propostas de melhoria assentes na filosofia *Lean*, foi realizado um prospeto relativamente aos potenciais impactos da implementação das referidas propostas às operações da empresa.

Da realização deste estudo resultaram contributos positivos para a empresa dado que a utilização da filosofia *Lean* permitiu identificar vários problemas que não eram evidentes, tal como encontrar soluções consideradas simples e com custos reduzidos. Acresce que, as melhorias encontradas, a ser implementadas, poderão contribuir para melhorar e facilitar os processos praticados pelos trabalhadores, tornando-os mais padronizados e menos exigentes, e como consequência a empresa terá um aumento significativo da sua eficiência, contando que continue a procurar e implementar processos de melhoria contínua.

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos:

No capítulo 1, **Introdução**, é apresentado o enquadramento, objetivos, metodologia do estudo e por fim a estrutura da dissertação.

No capítulo 2, **Metodologias de apoio à melhoria de processos**, é realizada uma exaustiva revisão de literatura sobre a filosofia *Lean*, dando-se a conhecer a sua história, princípios, fundamentos e a descrição de algumas ferramentas, com maior foco nas que foram utilizadas ao longo da dissertação. Serão abordadas também outras metodologias de melhoria contínua que não são visadas pela filosofia *Lean*.

No capítulo 3, **Empresa Fertagus**, é dada uma caracterização da empresa, a sua história, as suas funções e também os seus objetivos para o futuro. Será visto com maior profundidade a secção onde o estudo ocorreu, ou seja, nas instalações de manutenção em Coima.

No capítulo 4, **Identificação de Problemas e Propostas de Melhoria**, serão abordados os principais pontos críticos encontrados ao longo do estudo, tanto por observação direta como por contacto com os funcionários da Fertagus. Após serem identificados, será neste capítulo que se abordarão as resoluções e propostas de melhoria para os problemas encontrados, implementando diversas metodologias.

No capítulo 5, **Conclusão**, são dadas as conclusões finais do estudo, bem como as soluções propostas através da implementação da filosofia *Lean* para as instalações de manutenção da empresa Fertagus. São também dadas recomendações e propostas para trabalhos futuros para que se possa dar continuidade ao projeto desenvolvido ao longo do estudo.

2. Metodologias de apoio à melhoria de processos

O presente capítulo faz a introdução às metodologias de apoio à melhoria de processos, nomeadamente à filosofia *Lean* através de uma revisão de literatura, referindo a respetiva história, a origem desta filosofia, as suas características e ainda algumas ferramentas analíticas. É também apresentada a história e origem da manutenção *Lean* como função preponderante na indústria.

2.1 Filosofia *Lean*

A filosofia *Lean* teve origem na crise sentida pelo Japão no período pós Segunda Guerra Mundial, dado que este período conturbado da história deixou este país com uma falta de recursos e meios sem precedentes. Este facto, aliado à vontade da indústria japonesa de se expandir para mercados estrangeiros, nomeadamente o americano, fez com que existisse a necessidade de aumentar o nível de produtividade, de forma a conseguir competir em mercados de maior dimensão.

A filosofia “*Lean manufacturing*” ou simplesmente *Lean*, como acabou ficando conhecida, nasceu no seio da indústria automóvel japonesa em meados do século XX e rapidamente foi aplicada à generalidade das atividades empresariais. *Lean* é um antídoto em tempos de crise, é a filosofia assente na constante eliminação de desperdícios e na criação de valor para todas as partes interessadas (Pinto, 2013).

O conceito de *Lean*, originalmente denominado *Toyota Production System*, foi desenvolvido na década de 40, pelo engenheiro Taiichi Ohno (1912-1990), diretor de produção da Toyota Motor Company. Segundo Womack, Jones e Roos (2007) subjacente a esta metodologia estava a necessidade de produzir num fluxo contínuo, que não dependesse de longos ciclos produtivos, nem de elevados stocks para ser eficiente, requisitos considerados até então essenciais na produção em massa.

Com efeito, após o final da Grande Guerra (1939-1945) o Japão encontrava-se confrontado com enormes problemas económicos e com a necessidade de reconstruir o país. Um dos setores mais afetados foi a indústria automóvel que se viu com problemas devido à reduzida disponibilidade de recursos (pessoas, espaço, materiais, etc.) enquanto que nos EUA este setor dispunha de enormes capacidades e recursos e dominavam o mercado.

No entanto as indústrias ocidentais também enfrentavam graves problemas, tal como a pouca diversidade de produtos. Eram, na sua maioria, indústrias muito inflexíveis que recorriam a processos de fabrico e gestão muito complexos, caracterizados pela produção em larga escala, o que limitava a sua capacidade de se adaptarem às necessidades do mercado (Pinto, 2008).

Neste contexto, a TMC (Toyota Motors Company), cuja dimensão de mercado, significativamente mais pequena, não suportava a abordagem tradicional da produção em massa, decidiu que a única forma de sobreviver e ganhar a sua quota de mercado era disponibilizar automóveis com algo que os seus concorrentes ocidentais não dispunham: uma elevada variedade de produtos, com elevada qualidade e preços reduzidos.

Tendo poucos recursos disponíveis, a solução passou pelo desenvolvimento de um sistema de fabrico completamente novo e revolucionário que permitisse reduzir os desperdícios, e cuja eficiência fosse comparável à da produção em massa. O resultado foi o TPS, um sistema focalizado apenas naquilo que agrega valor e que reduzindo tudo o resto, permite eliminar metodicamente o desperdício, orientando a sua produção e atenção para a satisfação dos clientes (Womack, Jones & Roos, 2007).

O TPS revolucionou a indústria automóvel com a filosofia de melhoria contínua ou *Kaizen* (tendo por base a participação de todos os colaboradores), com a introdução de práticas de prevenção dos erros (*poka-yoke*), com o desenvolvimento do sistema de controlo *kanban* ou com o sistema *pull* (Pinto, 2008)

O sucesso da Toyota e o seu crescente crescimento que viria a fazer com que esta empresa se tornasse num gigante industrial, levou a que, nas décadas seguintes o TPS fosse gradualmente adotado por outras empresas japonesas e nos anos 90 o conceito "*Lean Thinking*" começou a generalizar-se mundialmente.

Com efeito, na década de 80, a denominação original de *Toyota Production System*, viria a ser substituída pelo termo *Lean*, cunhado por John Krafcik, um engenheiro de qualidade que trabalhou na Toyota-GM NUMMI, na Califórnia, antes de ingressar no MIT Sloan School of Management, onde fez o seu mestrado (Womack, Jones & Roos, 2007). O termo aparece pela primeira vez no seu artigo *Triumph of the Lean Production System*, que Krafcik publicou em 1988, com base no trabalho desenvolvido na sua tese de mestrado (Krafcik, 1988). O trabalho de Krafcik teve seguimento no *International Motor Vehicle Program* (IMVP) no MIT, que esteve na base do best-seller da autoria de Jim Womack, Daniel Jones e Daniel Roos, *The Machine That Changed the World* (Womack, Jones & Roos, 2007).

O termo *Lean*, cuja tradução à letra significa "magro", traduz o princípio subjacente a esta filosofia, a qual sugere a utilização de apenas o necessário. Assim, a sua aplicação prática implica menos pessoas, menos recursos, menos espaço, menos energia, menos *stocks*, menos desvios, enquanto é reforçada a qualidade, a flexibilidade e o serviço ao cliente.

Trata-se, assim, de uma abordagem que sugere que nenhuma atividade deverá ser realizada a não ser que crie valor para o cliente. A aplicação desta filosofia tem o seu foco no fluxo do valor, visando maximizá-lo através da eliminação de desperdícios, com o objetivo de otimizar todos os processos e não apenas uma parcela das atividades. Segundo Navas (2011:73) "a ideia é fazer o valor circular continuamente pela organização toda, incluindo todas as atividades e todas as vertentes de manutenção".

A implementação da filosofia *Lean* recorre a soluções relativamente simples para alcançar grandes melhorias, pode ser aplicável em todos os elos de uma cadeia de abastecimento e também noutras áreas, como por exemplo nos serviços. No entanto, numa fase mais avançada do processo exige um número crescente de soluções verdadeiramente inovadoras, podendo ser necessário proceder a mudanças radicais (Navas, 2011).

2.1.1 Princípios *Lean* e desperdícios

Um dos princípios básicos do *Toyota Production System*, adotado pela filosofia *Lean* consiste na redução de três tipos de resíduos:

- *Muda*, que em japonês significa basicamente desperdício, ou “sem valor agregado”, que consiste em atividades que consomem recursos, sejam eles materiais, humanos ou financeiros, mas que não acrescentam qualquer valor ao produto;
- *Muri* que significa "sobrecarga";
- *Mura*, que podemos traduzir como "desigualdade" ou “desequilíbrio” (Melton, 2005).

Assim, uma das práticas que as empresas podem adotar para poderem alcançar sustentabilidade a longo prazo consiste na correta identificação dos desperdícios, facto que pode representar uma significativa redução de custos.

De acordo com Taiichi Ohno (1996), diretor de produção da Toyota, existem 7 tipos de desperdícios:

1. **Transporte** – transporte desnecessário de componentes ainda em produção, o qual resulta de um mau planeamento das operações de manuseamento dos produtos. Para eliminar este desperdício devem ser implementadas melhorias na forma como é feita a arrumação e a organização dos locais de trabalho, assim como na escolha dos métodos de transporte.
2. **Inventário** – pilhas de peças à espera de serem acabadas ou produtos finais à espera de serem transportados, significa que se está a acumular materiais, componentes e produtos desnecessariamente, consumindo recursos valiosos, em termos de espaço e mão-de-obra para o seu manuseamento, aumentando o custo do produto.
3. **Movimento** – movimentação desnecessária de trabalhadores que estão a trabalhar nos produtos. Este desperdício resulta de um planeamento deficiente ou inadequado, ou da falta de organização do trabalho.
4. **Espera** – a desnecessária espera de trabalhadores para começarem a próxima fase da produção, que se verifica quando ocorrem avarias de equipamentos, mudança de ferramentas, ou falta de recursos humanos e materiais, é frequentemente resultado de um planeamento ineficaz, e provoca perdas de produtividade do sistema.
5. **Excesso de processos** – o excesso de etapas para se conseguir ter o produto final consome

recursos desnecessariamente, não gerando qualquer valor. Para evitar estes desperdícios, que originam perdas de produtividade, deve-se zelar para que a execução do trabalho e a utilização do equipamento seja feita de forma correta.

6. **Excesso de produção** – o excesso de produção de peças que não terão a procura necessária, é um dos desperdícios mais comuns e também um dos mais prejudiciais. Uma produção excessiva resulta num consumo desnecessário de matérias-primas e em *stocks* excessivos que requerem uma maior capacidade de armazenamento e de transporte, consumindo também mais mão-de-obra para gerir e controlar esse processo.
7. **Defeitos** – a quantidade elevada de defeitos nos produtos produzidos. Um produto defeituoso, ou que não está conforme os padrões de qualidade pré-determinados, constitui também um desperdício, pois consumiu recursos humanos e materiais desnecessários. Quando se verifica a ocorrência de um tipo de defeito num posto, os postos seguintes também podem sofrer desperdícios, decorrentes dos tempos de espera, o que acrescenta mais custos ao produto. No entanto, quando esses defeitos só são detetados pelos clientes, após a entrega do produto, esses podem originar custos acrescidos, não só em termos de garantia, como inclusivamente em perda de confiança por parte dos clientes, colocando em risco, não só futuras encomendas como a própria quota de mercado (Suzaki, 1987).

O *Lean Thinking* é o antídoto para o desperdício e de acordo com Womack & Jones (1996) existem 5 Princípios *Lean*:

Especificação de Valor: o valor pode ser ultimamente definido pelo consumidor. O valor é distorcido por organizações já existentes no mercado, especialmente por engenheiros e peritos. Estes últimos adicionam complexidade sem interesse para o consumidor.

Identificação da cadeia de valor: a cadeia de valor são todas as ações necessárias para levar o produto até ao consumidor, ou seja, as atividades que efetivamente acrescentam valor ao produto. Se todas as partes intervenientes na produção não comunicarem entre si, irão existir passos repetidos na produção. Assim, todas as atividades supérfluas, ou seja, aquelas que não acrescentam nenhum valor, deverão ser eliminadas.

Fluxo: cria-se valor para a empresa fazendo com que o fluxo seja correto e sem interrupções. Devem ser eliminados departamentos que executam processos com só uma tarefa e produzem muita quantidade de produto.

Princípio Pull: A empresa deverá deixar ser o consumidor a “puxar” o produto. Vende-se um, produz-se um. Assim, ao permitir que sejam os clientes, e não o fabricante, a liderarem os processos de produção, evita-se a acumulação de *stocks*, pois só é produzido aquilo que o cliente efetivamente deseja e quando necessário.

Busca pela perfeição: Não deverá existir um fim para o processo de reduzir tempo, espaço, custos e erros, na busca pela perfeição nos processos de eliminação de desperdícios e na aposta pela

criação de valor.

Assim sendo, *Lean* é fazer mais com menos. Deve ser utilizada a mínima quantidade de esforço, energia, equipamentos, tempo, espaço, materiais e capitais, enquanto se fornece aos consumidores tudo aquilo que desejam.

De acordo com Womack & Jones (1996) o prémio que a empresa recebe pela implementação do *Lean* e por converter um sistema de produção e armazenamento em um sistema com um fluxo contínuo será:

1. O dobro da capacidade de trabalho.
2. Redução de tempos de produção em 90%.
3. Redução de *stocks* em 90%.
4. Redução de erros em 50%.
5. Redução de acidentes de trabalho.

No entanto existem ainda outras vantagens da aplicação da filosofia *Lean* como pode ser verificado em Pinto (2008):

1. Crescimento do negócio - valores superiores a 30% num ano.
2. Aumento da produtividade - valores entre 20 a 30%.
3. Aumento do nível de serviço (ex. cumprimento de requisitos e pedidos, entregas a tempo) – valores entre 80 a 90%.
4. Maior envolvimento, motivação e participação de todos os colaboradores.
5. Redução de espaço ao nível do *shop floor* – valores na ordem dos 40%.
6. Aumento geral da capacidade de resposta por parte da empresa.

2.1.2 Pilares do *Lean*

A filosofia *Lean*, criada pelo TPS, passa por manter um fluxo constante de produtos em linha, e que possa ser facilmente alterado caso exista uma mudança nos requisitos dos clientes ou existir uma alteração na quantidade e qualidade da procura. Assim sendo, este sistema de produção baseia-se em técnicas de produção, tal como o JIT (*Just in Time*) e o *Jidoka*. Para sustentar estas técnicas e o objetivo da sua aplicação tem-se uma base assente nas pessoas e na estabilidade de processos.

Este sistema de produção foi exemplificado por Liker (2004) de forma a se compreender melhor as bases sobre o qual todo o modelo está assente, quais são os pilares principais e por último quais os seus objetivos, como se pode observar na **Figura 2.1**.

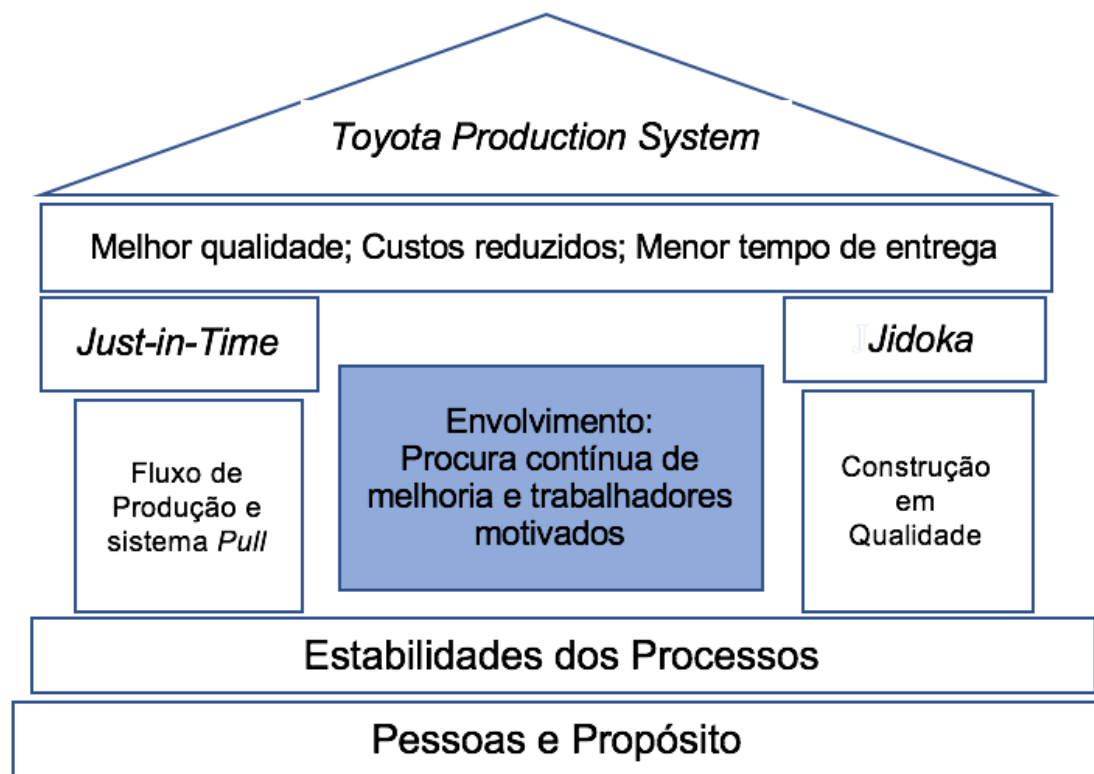


Figura 2.1 - Esquema da produção TPS (adaptado de Liker, 2004)

De acordo com Dennis (2007) este esquema já utilizado e aperfeiçoado por muitos autores pode ser simplificado em 4 partes principais:

Telhado: os objetivos gerais do TPS podem ser observados no topo da **Figura 2.1**. Estes objetivos incluem a melhoria da qualidade, os menores custos, o menor tempo de entrega, uma maior segurança e uma melhor moral dos trabalhadores. Estes objetivos são seguidos em todas as unidades de produção e uma atualização sobre as taxas de produção são supostamente dados aos trabalhadores, tanto a trabalhadores regulares como em cargos de gerência. Estes objetivos formam o desejado *output* do esquema de produção TPS.

Envolvimento dos trabalhadores: o primeiro objetivo do sistema de produção TPS é a redução de desperdício e isto é alcançado através de trabalhadores que estão treinados de forma a identificarem desperdícios e em resolver os problemas que os originam. De forma a detetar e eliminar desperdícios são utilizadas 8 categorias para que possam ser facilmente identificados: excesso de produção; tempo de espera; transporte desnecessário; problemas nos processos de produção; excesso de *stocks*; movimentos desnecessários; defeitos e criatividade dos trabalhadores não aproveitada.

Pilares do sistema: *Jidoka* e JIT:

***Jidoka*:** é o primeiro pilar do sistema TPS e pode ser visto como automação com um toque humano. O significado de *Jidoka* é construir com qualidade enquanto se produz. Isto é alcançado ao planearem-se as operações de forma a que os trabalhadores não estejam restringidos aos trabalhos com as máquinas e possam realizar trabalhos que sejam necessários, fora daquilo a que estavam destinados a cumprir. É também alcançado pelo que é considerada a segunda parte do *Jidoka*, ou seja, nunca deixar uma peça com defeitos passar à estação de trabalho seguinte.

JIT: o objetivo do JIT é certificar-se que a peça correta se encontra na quantidade correta e no local correto, no tempo correto. O objetivo deste pilar é remover os *stocks* elevados utilizados pelas empresas para conseguirem prevenir falhas graves no processo de produção, causadas por falta de matéria-prima. O essencial para a redução de *stocks* é um sistema de produção baseado no método *Pull* de forma a se ter um fluxo contínuo de produtos. Uma rápida alteração da disposição das máquinas ao longo da cadeia de produção torna isto possível.

Base: a última parte do sistema de produção da Toyota são as fundações. Esta parte é constituída pela gestão visual, processos estáveis e standardizados e produção nivelada. Cada parte deste sistema de produção é autocrítico, mas ainda mais importante é que cada parte deste sistema se entreauxilia e suporta a outra. A metáfora da “Casa do TPS” tem como intenção mostrar que estes elementos fazem parte de um conjunto total maior e que apesar de ser uma apresentação compacta, revela elementos a todos os níveis de cultura.

Um dos segredos da Toyota e do TPS é a extraordinária consistência do seu desempenho, a qual não seria possível sem a sua excelência operacional. A empresa foi capaz de converter a sua excelência operacional numa eficaz arma competitiva. Em parte, a excelência operacional baseia-se em técnicas e ferramentas de melhoria da qualidade, tais como *kaizen*, *jidoka*, *poka-yoke*, *one piece flow*, entre outras, e na constante inovação dos processos.

A essência do TPS é descrita por quatro regras básicas, apresentadas por Spear & Bowen (1999), como resultado de vários estudos realizados nas fábricas da Toyota espalhadas no Japão, EUA e Europa. É através da aplicação generalizada das quatro regras que o TPS gera valor. Assim sendo estas regras expressam a implementação física e os procedimentos pelos quais se podem atingir os objetivos das organizações. Mesmo que estas regras indiquem como realizar o trabalho, elas não fazem a ligação explícita entre o trabalho e os objetivos do sistema. Neste âmbito a eficiência na gestão consegue-se criando uma estrutura que sistematicamente equilibre os “objetivos” com os “meios para os alcançar” (Pinto, 2008).

De acordo com Spear & Bowen (1999) as 4 regras do TPS são dadas pela **Tabela 2.1**.

Tabela 2.1- As 4 regras do TPS (adaptado de Spear & Bowen, 1999)

TPS	REGRA	HIPÓTESES	PROBLEMAS	SOLUÇÕES
Como as pessoas trabalham e as atividades que agregam valor	- Todas as operações devem ser devidamente especificadas relativamente ao conteúdo do trabalho, sequência, tempos e resultados	- As pessoas e/ou equipamentos podem trabalhar tal como especificado; - Se o trabalho é feito tal como está definido, o produto ou serviço é entregue sem defeitos	- Os procedimentos de trabalho variam de acordo com as especificidades de cada produto ou serviço; - Produtos com defeito	- Melhorar a formação; reforçar a componente “engenharia” no desenvolvimento de produtos e processos; - Melhorar a qualidade; - Alterar as especificações do trabalho
Como as operações estão associadas	- Cada relação cliente/ fornecedor deve ser direta no envio de solicitações e recebimentos de respostas	- Os pedidos dos clientes são devidamente conhecidos; - O fornecedor consegue responder aos pedidos	- As respostas não estão de acordo com os pedidos; - Falta de sincronização entre pedidos e entrega	- Melhorar o planeamento das operações; - Melhorar o planeamento da capacidade; - Reter, melhorar ou alterar
Fluxo de atividades	- O fluxo de cada produto ou serviço deve ser simples e direto	- Todos os fornecedores envolvidos no fluxo são necessários ou todos não envolvidos são dispensáveis	- Pessoas ou equipamentos não necessários; - Fornecedores não necessários envolvidos no fluxo	- Determinar a existência de fornecedores não necessários; - Redesenhar o fluxo
Como melhorar	- Qualquer melhoria deve ser feita de acordo com o método científico sob a supervisão de um responsável ao mais baixo nível da hierarquia da empresa	- Alterações específicas provocam melhorias específicas e previsíveis de desempenho, qualidade ou outro parâmetro	- Os resultados atuais desviam-se do esperado	- Determinar as razões dos desvios; - Redesenhar as mudanças

2.1.3 Ferramentas do *Lean*

Neste subcapítulo serão apresentadas as ferramentas e técnicas utilizadas na filosofia *Lean*, tanto as que serão utilizadas no projeto, cujos problemas este estudo se propôs a identificar como outras não tão utilizadas, mas igualmente importantes.

Com o objetivo de reduzir desperdícios, aumentar a eficiência da manutenção e criar uma maior disponibilidade das máquinas, o *Lean* oferece diversas hipóteses de resolução de problemas que podem ser aplicadas no contexto da manutenção, dado que não servem exclusivamente os propósitos de empresas de produção. As empresas têm tempos padrão estabelecidos que devem ser respeitados e certas quotas de produção que têm que ser cumpridas de forma a não existirem ruturas de *stock*.

O domínio destas ferramentas, por si só, não é garantia de sucesso na implementação LCM (*Lean Centered Maintenance*) visto que a essência da filosofia *Lean* não está nas soluções que propõe, mas sim em aspetos menos tangíveis tais como a cultura empresarial, a liderança de pessoas e a gestão de processos. No entanto, o conhecimento e o domínio das soluções *Lean* no domínio da manutenção é importante para a resolução de problemas e para a criação de valor para os clientes da manutenção (Dennis, 2007).

As soluções *Lean* podem agrupar-se em três categorias:

1. Os *drivers* da mudança, ou seja, os elementos que facilitam a implementação e os métodos das ferramentas *Lean*;
2. As soluções *Lean* para identificar os desperdícios;
3. As soluções *Lean* para a criação de valor.

2.1.3.1 O Ciclo PDCA

O ciclo PDCA foi criado por Deming (1950) no Japão, e é caracterizado pela maneira sistemática e simples com que orienta as pessoas na implementação de ações que visam a mudança, a resolução de problemas ou a implementação de projetos. No entanto, sendo o ciclo PDCA um método demasiado simples, muitas empresas analisam-no e implementam-no de forma alienada, não o aplicando corretamente. Em resultado disto, grande parte dos projetos falham ou ficam aquém dos resultados previstos.

Por outro lado, o método científico deste ciclo fornece um conjunto de regras base para se formular uma experiência. Este método comporta um conjunto de procedimentos e critérios que dão a possibilidade de compreender e explicar as leis e os fenómenos naturais.

As fases do método científico são, de acordo com Pinto (2013):

1. **Observação do fenómeno/ problema:** o problema é observado e desenvolve-se a curiosidade em torno deste.
2. **Formulação do problema:** o problema é provocado várias vezes, através de experimentação e medição, registando-se todos os valores e variações possíveis.
3. **Criação de hipóteses:** nesta fase procede-se à criação de explicações e soluções para o problema. Nesta fase da procura da explicação muitas vezes é criado um modelo, sendo o modelo mais simples ou prático escolhido como provável explicação para o fenómeno em causa.
4. **Teste de hipóteses:** a hipótese escolhida deve tentar explicar novas observações e novos problemas. O modelo anteriormente escolhido deve ser capaz de fazer previsões sobre problemas que estão por ocorrer. Se a hipótese estiver errada, ela deve ser melhorada, corrigida ou abandonada por outra hipótese.
5. **Análise de resultados e estabelecimento de uma tese:** se a hipótese for comprovada pelos testes, esta dará lugar a uma tese.
6. **Criação de uma teoria:** uma teoria será um conjunto de teses que explicam um problema ou problemas relacionados entre si, e que já tenham sido testadas e comprovadas num grande número de experiências.

Tanto o método científico como o ciclo PDCA fornecem os meios para a bem-sucedida implementação das soluções LCM, como se pode verificar na **Figura 2.2**.

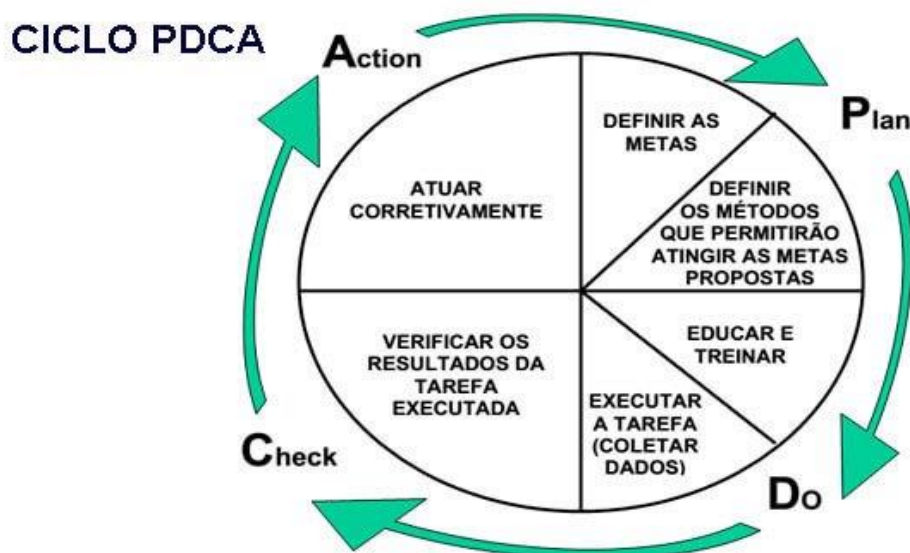


Figura 2.2 - O ciclo de melhoria contínua de acordo com a sequência PDCA (adaptado de Pinto, 2013)

2.1.3.2 Kaizen

Kaizen é um termo japonês, que se traduz em **melhoria contínua** (*Kai* – mudança; *zen* – fazer melhor), e há muito que se considera uma das metodologias mais eficazes que tem como objetivo a melhoria no desempenho e na qualidade das organizações. Tem por base os fundamentos da análise científica, através da compreensão do funcionamento dos elementos do processo, com vista à descoberta de oportunidades de melhoria. Este tipo de mentalidade é considerado a base de toda a filosofia *Lean*, sendo sobre ela que devem atuar todas as ferramentas e métodos utilizados na filosofia *Lean* (*The Productivity Press*, 2002).

De acordo com o criador do termo *Kaizen*, Masaaki Imai, aplica-se uma metodologia baseada na identificação contínua de oportunidades de melhoria, na sua análise e de implementação imediata em toda a organização (Ohno, 1996).

Através de uma alteração da “mentalidade” no local de trabalho, é encorajada a proatividade dos colaboradores na procura de soluções para os problemas existentes, que deve ser transversal a todo o capital humano da organização.

Para Coimbra (2008), o conceito *kaizen* engloba sete princípios essenciais, que pretendem a otimização de processos, assegurando a melhoria contínua, de entre os quais se desenvolvem os considerados mais relevantes:

- **Gemba**: termo japonês que consiste no local onde a atuação realmente acontece. A presença desta metodologia aplicada aos diferentes departamentos de uma organização traduz-se em soluções adaptadas ao local onde a análise é realizada. A observação no terreno dá lugar a melhores resultados para os processos que acrescentam valor.
- **Desenvolvimento de pessoas**: a adoção da “mentalidade” da melhoria contínua é um processo de criação de novos hábitos que envolve a totalidade dos recursos humanos da organização, desde os operadores à gestão de topo.
- **Qualidade em primeiro lugar**: atribui-se especial relevância à conceção de um produto ou serviço de qualidade, através da orientação para o mercado, foco no cliente e a realização de melhorias a montante.
- **Eliminação de Muda** (desperdício): surgindo como um dos elementos fundamentais, tanto da filosofia *Lean*, como do conceito de *kaizen*, a eliminação de desperdício como ferramenta para tornar os sistemas produtivos mais eficientes. De acordo com Rocha (2014), e como referido no **subcapítulo 2.1.1**, existem sete tipos de desperdícios: sobreprodução, tempos de espera, movimentações desnecessárias, transporte excessivo, inadaptação de processos, *stock* desnecessário e defeitos.
- **Abordagem “Pull Flow”**: consiste no enfoque sobre a melhoria do fluxo de materiais e do fluxo de informação, tendo como objetivo a organização da cadeia de

abastecimento. A utilização do termo “Pull” resulta da crença de que o fluxo do material deve ser puxado e iniciado pelo consumo ou encomendas do cliente.

2.1.3.3 Normalização e padronização do trabalho

Uniformizar significa tornar igual independentemente de quem faz ou usa. A uniformização aplicada às atividades da manutenção significa que, qualquer que seja o técnico em qualquer tipo de atividade, a realização da mesma é feita sempre do mesmo modo (Pinto, 2013).

Assim sendo, a uniformização permite-nos ter estabilidade de processos de forma a que se ganhe terreno para a melhoria contínua e que se consiga contruir um sistema estável e que continuamente se melhora. Ao uniformizar as atividades de manutenção consegue-se criar uma segurança a quem a executa e uma garantia a quem se serve dela.

Ao incentivar a uniformização das atividades de manutenção, está a ser reduzida a variabilidade dos processos e a dependência nos operadores. Em termos estatísticos isto significa baixos desvios-padrão dos processos de manutenção. A uniformização permitirá ao gestor das operações planejar os seus recursos, detetar desvios e erros, estabelecer um planeamento de operações, dar datas certas do início e fim de um processo e incentivar a melhoria contínua do desempenho da manutenção.

O ciclo de melhoria contínua PDCA poderá ser adaptado para gerar o ciclo da uniformização. Neste caso o “P” (*Plan*) dará lugar ao “S” (*Standardize*) criando assim o novo ciclo SDCA. O contributo do ciclo PDCA será posto em causa sem o apoio do novo ciclo SDCA. Este ciclo pode ser observado na **Figura 2.3**.

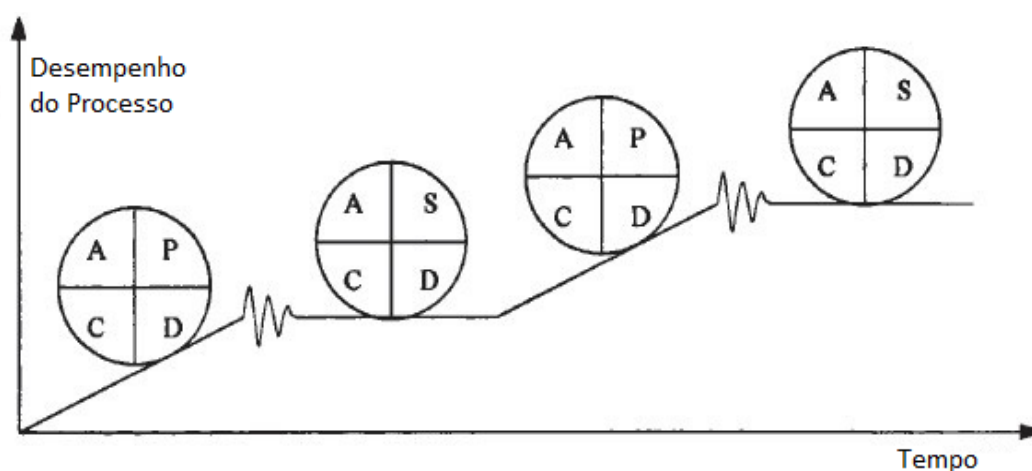


Figura 2.3 - Aplicação Conjunta dos ciclos SDCA e PDCA (adaptado de Pinto, 2006)

Outro requisito importante nos processos de melhoria contínua é a formalização, ou seja, tornar oficial aquilo que se diz que se faz. É também a adoção de práticas formais de envolver e comprometer as pessoas com o conceito de melhoria contínua, tal como assumir compromissos perante as pessoas sem deixar dúvidas ou liberdade para corretas interpretações. Em meio profissional, o contacto entre as pessoas deverá ser o mais formal possível de forma a evitar que as relações de amizade ou família se sobreponham aos compromissos e obrigações profissionais.

Resumindo, uniformizar e formalizar promove a comunicação entre os trabalhadores e os seus resultados devem ser comunicados e devem estar expostos para todos. Um dos meios mais comuns para o fazer é através de quadros informativos normalmente colocados nas áreas comuns da empresa.

2.1.3.4 Metodologia 5S

A metodologia 5S foi inventada no Japão e é dos métodos *Lean* mais simples e eficazes que se conhece. Tudo o que esta ferramenta envolve é baseada em puro bom senso e senso comum. Esta metodologia tem como objetivo combater a desorganização evidente na maioria dos postos de trabalho e fá-lo através de um conjunto de práticas que têm o propósito de reduzir os desperdícios e melhorar o desempenho, tanto das pessoas como dos processos. O termo 5S tem origem em 5 palavras japonesas que começam pelo som “S”.

De acordo com Al-Aomar (2011) os benefícios da metodologia 5S são:

- Local de trabalho limpo e arrumado;
- Menores tempos de ciclo;
- Aumento do espaço disponível na fábrica/ armazém;
- Menor taxa de acidentes;
- Melhor fiabilidade dos equipamentos;
- Maior tempo de trabalho;
- Menores tempos de *Set-up*.

De acordo com Falkowski & Kitowski (2013) os cinco elementos do sistema são:

1. **Seiri (sentido de organização)** - consiste em separar o útil do inútil, sendo que as ferramentas e objetos inúteis são consideradas desperdício. O objetivo é remover estes objetos do local de trabalho visto que não acrescentam valor e só atrapalham o objetivo principal de um local de trabalho produtivo;
2. **Seiton (sentido de arrumação)** - tem como objetivo definir o local correto para cada objeto e ferramenta e verificar que cada um está no sítio certo. Isto passa por colocar etiquetas de identificação em todos os utensílios que necessitem e por deixar perto dos trabalhadores os objetos com uso mais frequente;

3. **Seiso (sentido de limpeza)** - passa por dividir os postos de trabalho e atribuir uma zona a cada elemento do grupo. Deve ser feita uma limpeza a cada posto de trabalho e às áreas circundantes tal como se deve definir uma norma de limpeza para essa zona do posto de trabalho;
4. **Seiketsu (sentido de normalização)** - deve ser definida uma normal geral de arrumação e limpeza para os postos de trabalho e identificadas as ajudas visuais e procedimentos que resultem. Todos os postos de trabalho do mesmo tipo devem ter uma arrumação uniformizada;
5. **Shitsuke (sentido de autodisciplina)** - tem como objetivo praticar os princípios de limpeza, sistematização e organização de forma a eliminar a variabilidade. Devem ser estabelecidos procedimentos de controlo visual e deve ser verificado se as ações e inspeções estão a ser realizadas corretamente, deve-se verificar se tudo está no lugar correto e devem ser verificadas as limpezas. Por último deve-se desenvolver um sistema do tipo *checklist* e de ajudas visuais.

Os 5 elementos fulcrais da metodologia 5S podem ser visualizados na **Figura 2.4**.



Figura 2.4 - Esquema representativo da metodologia 5S (adaptado de Falkowski & Przemysław, 2013)

Posto isto, pode-se verificar que a ferramenta 5S é uma forma económica, simples e eficiente de se obter ganhos rápidos na manutenção, apesar de ser necessário tempo, persistência e muito acompanhamento após a aplicação. No entanto esta metodologia consegue motivar os trabalhadores

pois os resultados são visíveis imediatamente e como resultado a sua aplicação irá gerar grande envolvimento de todas as pessoas da empresa.

2.1.3.5 *Rapid Improvement Events*

Os eventos de rápida mudança, *Kaizen bursts*, são iniciativas de curta duração, no entanto, bem orientadas, de forma a obter-se um rápido retorno. São utilizadas visto que são grandes fontes de motivação e ânimo para os trabalhadores, dado não ser necessário muito tempo para serem vistos e reconhecidos os resultados das melhorias.

Estes eventos devem ser organizados em três partes com igual importância: planeamento, execução e avaliação de resultados. O alvo deverá ser o mais direcionado e específico possível, como por exemplo uma alteração de *layout*, e deve ser efetuado num curto período de tempo, pré-definido. O tempo utilizado deverá ser repartido em três partes iguais, dedicando-se nesse período a cada uma das fases, visto que todas são igualmente importantes, como se pode observar na **Figura 2.5**.

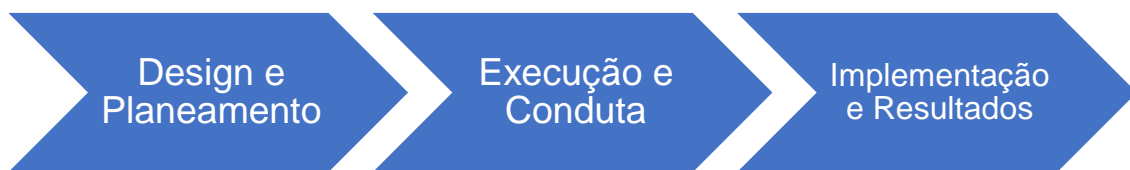


Figura 2.5 - Estrutura básica dos Rapid Improvement Events

As razões pelas quais se opta pelos RIE devem ser justificadas de forma a não se cair numa rotina de constantes alterações, ou que se torne numa prática corrente dentro das empresas. Uma empresa que tente obter melhorias estruturantes através das RIE segue a estratégia errada visto que esta é uma ferramenta que não se enquadra na perspetiva de melhoria contínua, dada a especificidade do objetivo (obter um ganho rápido e isolado).

2.1.3.6 SMED

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) foi desenvolvida por Shigeo Shingo (1909-1990) e consiste na realização de ações concertadas de melhoria, com o objetivo de maximizar a utilização dos meios e também o aumento da flexibilidade dos processos. As maiores consequências da redução do tempo de mudança são a redução de custos e dos lotes de fabrico (Culley, *et al.*, 2003).

Os tempos de mudança de máquina (trocas de ferramentas, ajustes, etc.) são dos maiores desperdícios das empresas visto que durante esse período não são realizadas atividades com algum valor para a empresa ou cliente. Além do tempo despendido, as mudanças são dispendiosas e em muitas situações geram falhas de qualidade decorrentes do arranque das máquinas ou operações. O objetivo da metodologia SMED é realizar a mudança em menos de 10 minutos (Culley, *et al.*, 2003).

Os tempos de mudança podem ser reduzidos através de esforços realizados nas seguintes áreas:

- Desenvolver sistemas mecânicos/ automáticos de *setup*;
- Realizar operações em paralelo;
- Uniformizar os componentes das máquinas;
- Uniformizar as atividades externas de *setup*;
- Usar apertos rápidos;
- Aplicar ferramentas *standard*;
- Treinar operadores específicos para as mudanças de máquina.

Segundo Pinto (2013) as principais fases da metodologia SMED são:

1. Separar as atividades de *setup* internas e externas envolvidas no processo de mudança de ferramentas. As atividades internas serão aquelas que só se poderão realizar com a máquina parada e as externas serão as que se podem realizar com a máquina ainda em funcionamento;
2. Converter onde possível, as atividades de *setup* internas em externas de modo a minimizar os tempos de paragem do equipamento ou processo;
3. Eliminar a necessidade de ajustes (calibrações e apertos);
4. Uniformizar e melhorar as operações manuais, atribuindo a cada um as tarefas necessárias para que os tempos de paragem sejam minimizados);
5. Procurar melhorar o equipamento através de alterações estruturais ou de modo de operação;
6. Criar um registo de melhorias e definir os objetivos a atingir.

Para Trietsch (1992), a utilização da ferramenta SMED tem não só as vantagens temporais já referidas como tem também a vantagem de se privilegiar a adaptação e melhoria de velhos equipamentos, em detrimento de se arranjar novos. Este processo de adaptação ocorre ao converter uma máquina que tenha um determinado propósito único, numa que possa ser rapidamente preparada e ajustada para diferentes tipos de *Setup*.

De acordo com Shingo (1985) os principais benefícios da aplicação da metodologia SMED podem ser verificados na **Tabela 2.2**.

Tabela 2.2 - Benefícios da aplicação do SMED (adaptado de Shingo, 1985)

Benefícios da metodologia SMED
Aumento da segurança dos operadores
Melhoria na qualidade dos produtos
Redução dos tempos de <i>setup</i>
Redução na quantidade de erros na troca de produtos
Diminuição dos tempos utilizados nos ajustes
Redução dos níveis de stock
Melhor flexibilidade no processo de fabrico
Melhor utilização de ferramentas

2.1.3.7 Gestão visual

Gestão visual é um processo criado para aumentar a eficiência e eficácia das operações de manutenção tornando os objetos mais visíveis. Tem também como objetivo tornar os processos mais lógicos e intuitivos. Muitas empresas recorrem à gestão visual de forma a tornarem os processos mais simples e menos dependentes de sistemas informáticos e procedimentos informais.

Esta ferramenta é muitas vezes ignorada, no entanto é através da nossa visão que assimilamos a maior parte da informação, visto que os objetos visíveis se mantêm na nossa mente e são melhor percebidas e assimiladas. Assim sendo, promover a gestão visual é facilitar a comunicação e a informação necessária ao processo de tomada de decisão.

Esta ferramenta é não só eficaz como é também das mais económicas a que se pode recorrer, trazendo assim grandes ganhos de desempenho, a custos muito reduzidos. Exemplos de sinais visuais são mostradores em que não se tenha que retirar a tampa para ver medidas, sombras das ferramentas num quadro, cores diferentes para diferentes estados de funcionamento de um equipamento, marcas pintadas no chão ou nas paredes, semáforos ou *LED's*, etc. A informação visual deve ser o mais simples possível, de forma a que os trabalhadores assimilem o maior número de informação no menor espaço de tempo possível.

Um exemplo de controlo visual relevante pode ser observado na **Figura 2.6**.

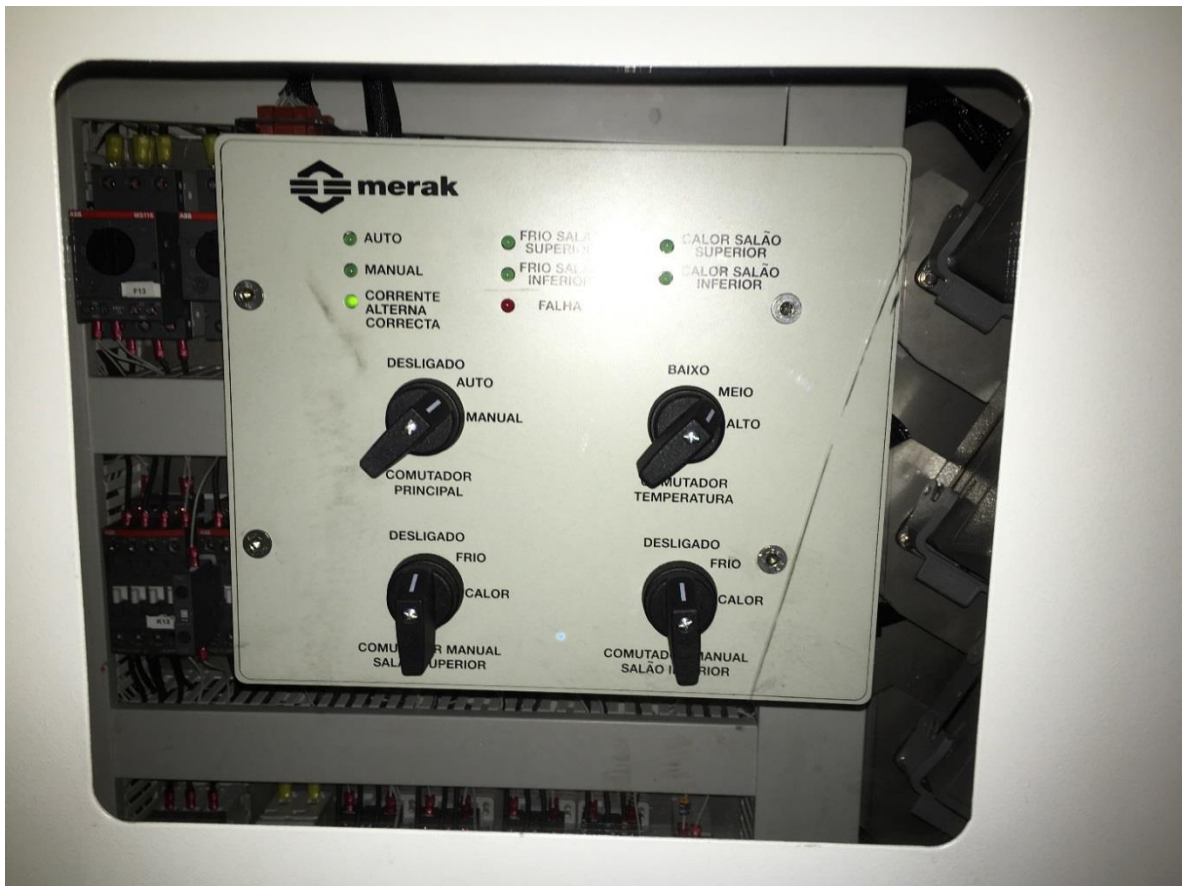


Figura 2.6 - Exemplo de gestão visual

2.1.4 Manutenção *Lean*

Para se entender melhor a história da filosofia *Lean* terão que ser analisados os métodos de produção e manutenção anteriores a esta, mais concretamente desde o início do século XX. Com um aumento substancial da produção, a vontade e necessidade da personalização e um maior leque de oferta de produtos, tiveram que ser feitas alterações aos métodos de produção anteriores.

No início do século XX Henry Ford introduziu as técnicas de produção em massa para o fabrico de automóveis e alterou os paradigmas de fabrico artesanal para o fabrico em série. O enfoque mudou de pequenas oficinas com trabalhadores altamente especializados para grandes áreas de trabalho com equipamento especializado e de elevado custo. A avaliação do desempenho passou a ter em maior conta a utilização dos recursos utilizados e os processos de organização e *Layout* começaram a orientar-se pelos princípios da produção em massa. Da maneira a que os processos começavam a tornar-se cada vez mais complexos e existia uma maior oferta de produtos, começava a existir um excesso de *stock* e aumentos de tempos de processo (*Lead Time*). O tempo utilizado para converter os materiais em produtos invariavelmente aumentava e consequentemente o tempo de resposta a pedidos e reclamações também aumentou, levando ao desenvolvimento de complexos processos de

controlo e ao aumento de custos e de *stocks* (Kardec & Nascif, 2002).

A indústria Japonesa, em parte liderada pela Toyota, como foi referido anteriormente, foi redesenhando as regras da gestão industrial para responder a novas expectativas e desafios colocados por mercados em constante mudança, tal como uma maior necessidade de personalização de serviços e produtos, melhor qualidade e a preços reduzidos, entregas mais rápidas e reduzidos *Lead Times* (Pinto, 2008).

O *Lean Centered Maintenance* (LCM) é uma metodologia que visa uma atitude proativa e que engloba atividades de manutenção planeadas através das práticas TPM, usando para tal estratégias baseadas na manutenção centrada na fiabilidade, RCM, e recorrendo a equipas autónomas através do uso correto de sistemas informáticos de apoio à manutenção.

A LCM é suportada por um sistema descentralizado de gestão de materiais e peças de reserva que garantem o fornecimento JIT (*Just in time*) do que é necessário, e apoiada num grupo de engenharia de fiabilidade que realiza análises de causas e efeitos e análises de manutenção preditiva e condicionada (Pinto, 2013).

Para que melhor se perceba a definição de LCM passa-se uma explicação mais detalhada de cada um dos termos usados, de acordo com Pinto (2013):

Proativa – é o oposto de reativa, ou seja, quando a operação de manutenção reage a falhas no equipamento. A manutenção proativa procura antecipar falhas através da prevenção e técnicas de manutenção condicionada.

Planeada e Programada – através da aplicação de procedimentos formais de planeamento, programação e controlo é possível identificar os meios necessários em cada intervenção de manutenção, eliminando-se deste modo a incerteza e contribuindo para uma melhor aplicação dos recursos.

TPM – está na origem da LCM. É uma filosofia de melhoria da tecnologia da empresa, orientando a sua ação no aumento da fiabilidade e da eficiência global do equipamento. A ação da TPM acontece através do trabalho em equipa e decorre de uma atitude proativa perante os problemas, tentando envolver todos os trabalhadores, em todos os níveis hierárquicos da organização. A TPM tem como objetivo a eliminação de paragens, acidentes, defeitos e perdas de rendimento.

RCM (*Reliability Centered Maintenance*) – é um processo usado para determinar os requisitos de manutenção no seu contexto operacional. Enquanto que a TPM se foca na manutenção da fiabilidade dos equipamentos e na sua eficiência, a RCM foca-se na melhoria da eficiência da manutenção.

Atividades de melhoria contínua (*Kai- Zen*) – estas atividades partem do princípio de que todos os processos podem ser continuamente melhorados em termos de tempos, recursos e

resultados. Em LCM as atividades de melhoria contínua podem ser combinadas com ações de rápida intervenção designadas por RIE (*Rapid Improvement Events*) ou *kaikaku*.

Manutenção autónoma – designa as operações de manutenção realizadas pelos operadores de máquinas que asseguram a condição normal de funcionamento do seu equipamento.

Sistema descentralizado de gestão de materiais – facilita o fornecimento de materiais e peças de reserva junto dos locais de consumo. Os pontos de armazenagem *Lean* aplicam materiais/peças standard para aplicações comuns.

JIT – são os materiais, peças e serviços fornecidos apenas e só quando necessários e nas quantidades pedidas. A quantidade de materiais em *stock* é altamente reduzida quando se aplica o JIT na gestão da manutenção, tendo por detrás uma adequada cadeia de fornecimento.

RCFA (*Root Cause Failure Analysis*) – as falhas e avarias nunca são planeadas e tendem a apanhar de surpresa o pessoal da manutenção e da produção, tendo como resultado paragens e perdas de eficiência dos processos. Detetar a causa-raiz das falhas garante à empresa a solução do problema, resolvendo o mistério das avarias. Uma vez identificada a causa-raiz, é possível desenhar uma solução e implementá-la com sucesso. Existem vários métodos de RCFA tais como o diagrama de Ishikawa, técnicas gráficas, análise de causa-efeito, análise de mudanças, métodos de *management oversight and risk tree* (MORT), avaliação do desempenho humano e processo de resolução de problemas e tomada de decisões de *Kepner-Tregoe*.

Assim sendo, a LCM procura fornecer serviços, com o menor desperdício possível ou a produção do desejado *output*, utilizando o menos número de *inputs* possíveis. Alguns dos *inputs* e *outputs* mais comuns em manutenção, de acordo com Pinto (2013), são:

➤ *Inputs:*

1. Mão de obra (direta ou indireta).
2. Capital.
3. Esforço de gestão.
4. Materiais e peças de reserva.
5. Serviços externos (subcontratos).
6. Aluguer de equipamentos.
7. Energia.
8. Custos extraordinários.

➤ *Outputs:*

1. Disponibilidade e fiabilidade de equipamentos e sistemas.
2. Output produtivo ou de serviços.
3. Segurança de pessoas e instalações.

4. Proteção do meio ambiente.

Através da LCM as empresas podem focar-se principalmente nos recursos críticos, aqueles necessários para irem ao encontro do cumprimento dos requisitos legais e/ou do cliente. No entanto, pensar no LCM como simplesmente eliminação do desperdício é desperdiçar o enorme potencial desta filosofia na criação de valor para as empresas (quer seja através da redução de custos ou da criação de melhores condições de operacionalidade de equipamentos e instalações).

2.2 Outras metodologias de apoio

O presente subcapítulo irá abordar diferentes métodos de apoio à melhoria contínua que não são visados pela filosofia *Lean*, mas em certos casos são de igual importância para a melhoria de processos.

2.2.1 Os Cinco Porquês

Os 5W (*five whys*) é uma das ferramentas de melhoria contínua aplicada para descobrir a causa-raiz de um problema (desafio ou oportunidade). Consiste em perguntar porquê até que a verdadeira causa do problema tenha sido identificada. Ao utilizar-se esta ferramenta faz-se com que em vez de se focar simplesmente nas causas aparentes se incentive a procurar a origem dos problemas, de forma a que depois sejam encontradas as suas soluções (Silva, 2012).

Apesar de ser uma boa ferramenta, esta não é útil em momentos de emergência visto que não existe tempo para que seja aplicada. No entanto, após o problema ter sido resolvido, esta pode e deverá ser aplicada para que se percebam as causas primárias da avaria.

A aplicação dos 5W é simples, mas, no entanto, deve ser sempre formal, adotando-se um documento simples que oriente a sua aplicação. Este documento deve ser composto por um espaço onde se escreve a situação anormal que tenha decorrido, seguida de cinco espaços em branco onde irão ser escritas as causas que levaram à avaria. Ao lado de cada um destes espaços deverá existir também uma caixa por escrever, onde se colocará o método utilizado para resolver o problema correspondente.

Segundo Silva (2012) o procedimento de utilização da ferramenta 5W é o seguinte:

1. Identificar o problema;
2. Perguntar: “porque é que aconteceu”;
3. Para cada uma das causas identificadas, perguntar de novo;

4. Repetir 5 vezes os passos 2 e 3;
5. Identificar a solução e as contramedidas para resolver a causa-raiz.

Tal sequência de passos pode ser observada na **Tabela 2.3**.

Tabela 2.3 - Exemplo de aplicação dos 5W (adaptado de Silva, 2012)

Perguntas (porquês)	Respostas encontradas
Por que o produto não foi entregue?	Porque não tinha embalagem.
Por que não tinha embalagem?	Porque a produção não entregou.
Por que a produção não entregou?	Porque não tinha matéria-prima.
Por que não tinha a matéria-prima?	Porque o fornecedor não entregou.
Por que o fornecedor não entregou?	Porque houve atraso no pagamento.

Neste caso, o problema-raiz era a falta de pagamento ao fornecedor, o que após a utilização desta ferramenta não voltará a acontecer, visto que originou problemas muito maiores e inesperados. Na maior parte das vezes, três a quatro perguntas serão suficientes para encontrar a causa principal.

2.2.3 Brainstorming

O *brainstorming* surge como uma das ferramentas mais relevantes no processo de obtenção de ideias sobre um determinado tema, num curto espaço de tempo. Werkema (2004) considera que o *brainstorming* surge, em primeiro lugar, na identificação e organização das causas potenciais do problema em análise, e, num segundo momento, na geração de potenciais soluções para a eliminação das causas fundamentais do problema.

Para que possa ser levada a cabo uma sessão de *brainstorming* bem-sucedida, é importante que:

1. Esta seja dirigida por uma figura de liderança, que organize as atividades e intervenções dos membros do grupo, mantendo o equilíbrio entre possíveis confrontos de ideias;
2. O objetivo da sessão deve estar bem definido, se este for pouco claro ou demasiado amplo, a sessão de *brainstorming* torna-se ineficaz, pois os membros do grupo não estão a trabalhar em conjunto para solucionar o mesmo problema;
3. O grupo seja composto por um conjunto de colaboradores de níveis hierárquicos e competências especializadas variados, de modo a que se possa obter um conjunto de potenciais soluções que resulta de perspetivas diferentes sobre os problemas;
4. Todas as propostas devem ser registadas, de preferência de modo a que sejam visíveis a todo o tempo pelos membros do grupo;
5. Deverá ser criado um ambiente em que os colaboradores se sintam incentivados a apresentar as suas ideias, sem serem objeto de crítica;
6. Já recolhidas as soluções sugeridas pelo grupo, é necessário realizar uma seleção, aprofundando aquelas que se revelarem mais adequadas e com mais potencial para solucionar o problema em análise.

Esta ferramenta é frequentemente a primeira a ser utilizada na instauração de um processo de manutenção *Lean* visto que rapidamente se chegam a consensos sobre o que poderá ser melhorado na empresa e nos processos correntes. No entanto, um problema muito comum na sua utilização são as respostas não aplicáveis, visto que tanto se dá o formulário ao gestor ou mesmo diretor, tal como se dá a trabalhadores menos instruídos ou com baixa motivação, sendo por isso uma ferramenta muito propícia a “desabafos” e a críticas não construtivas, que têm como objetivo reduzir a carga de trabalho a que são impostos, não tendo bases para tais fundamentos.

As regras fundamentais de construção de ideias através de *Brainstorming* podem ser observadas na **Tabela 2.4**.

Tabela 2.4 - As regras do Brainstorming

Regras	Motivos
1. É expressamente proibido criticar	A crítica inibe a criatividade
2. Aceitar até ideias desadequadas	O desadequado pode indicar um caminho não previsto
3. Encorajar variações sobre ideias anteriores	Efeito multiplicador das ideias e estímulo à criatividade do grupo
4. Quanto mais ideias, melhor	No final, as ideias irão ser selecionadas e elaboradas

2.2.4 Diagrama causa-efeito

O diagrama de causa-efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa, em homenagem ao seu criador, Kaoru Ishikawa (1915-1989), é provavelmente uma das mais poderosas ferramentas que possam impulsionar a melhoria contínua. É principalmente uma ferramenta de análise, usualmente utilizada em processos de *brainstorming* para a resolução de problemas (Pinto, 2013).

Devem-se ter em consideração algumas recomendações na utilização do diagrama causa-efeito:

1. Ao identificar as potenciais causas, é importante não esquecer que são as causas que importam e não os sintomas destas;
2. Após se terem identificado todas as causas potenciais é importante agrupá-las, criando categorias;
3. Deve-se avaliar cada categoria e eliminar duplicações.

A estrutura do diagrama de Ishikawa pode ser observado na **Figura 2.7**.

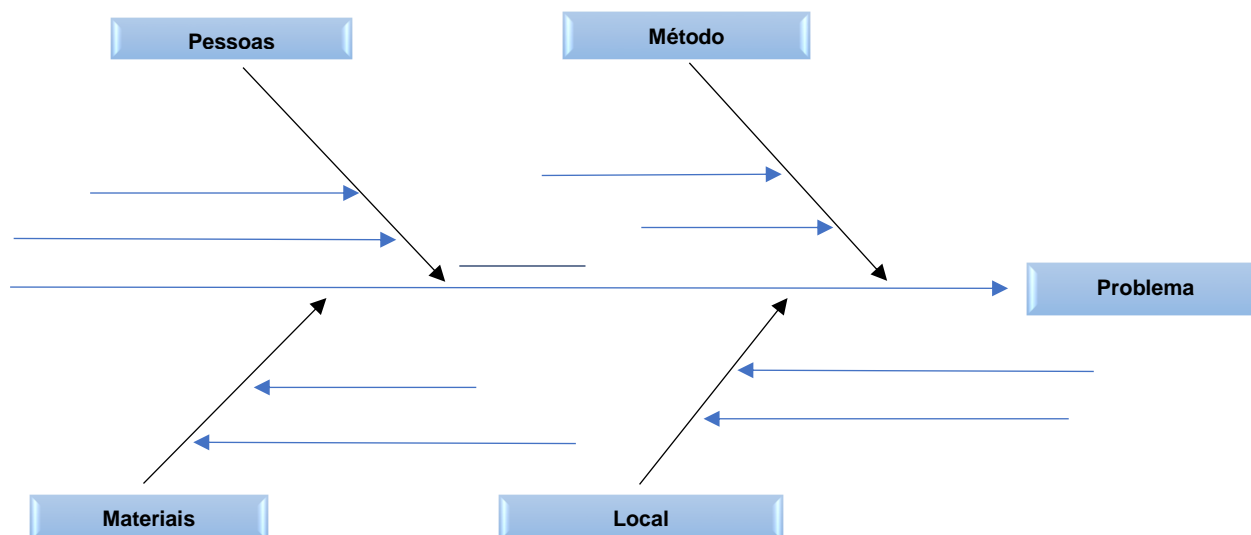


Figura 2.7 - Estrutura do diagrama de causa efeito (adaptado de Ishikawa, 1976)

Considerando que os dados obtidos formam a base a partir da qual se constrói uma análise, que resulta na subsequente apresentação de soluções, importa salientar que o carácter da informação obtida varia em função do processo produtivo da qual resulta. É nesse contexto que Ishikawa (1976) classifica estes dados tendo em consideração os seus vários objetivos de análise:

- **Dados que contribuem para a compreensão de uma situação atual:** são recolhidos com o objetivo de, por exemplo, avaliar a percentagem de avarias por peça num determinado período de tempo;
- **Dados para análise:** utilizados para examinar a relação entre uma avaria e a sua causa, através da realização de vários testes;
- **Dados para controlo do processo:** após analisar a qualidade do produto, estes dados são utilizados para averiguar a normalidade e eficiência do processo produtivo;

- **Dados de regulação:** surge como exemplo a situação de determinar qual a temperatura ideal de uma fornalha, de modo a que tal temperatura possa ser mantida;
- **Dados de aprovação ou rejeição:** estes dados são utilizados para a rejeição ou aprovação de determinadas peças ou produtos do processo produtivo, através de uma amostra aleatória.

2.2.6 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto consiste numa forma de descrição gráfica que procura identificar as ocorrências que são responsáveis pela maior parte dos problemas através da ordenação da frequência dessas ocorrências (Piechnicki, 2014). Essa ordenação é feita com o recurso a um diagrama de barras que hierarquiza os problemas, ordenando as ocorrências da maior frequência para a menor, permitindo a priorização dos problemas (Meireles, 2001).

Na base do Princípio de Pareto, está a noção de que 80% das consequências advêm de 20% das causas daí a importância de visualizar e identificar rapidamente as causas ou os problemas mais importantes de modo a se poder concentrar esforços na resolução dos mesmos.

3. Empresa Fertagus

O presente capítulo irá incidir sobre a empresa em estudo e o estado atual desta. Irá ser estudada a caracterização da empresa, analisando a sua situação atual, as metodologias já implementadas, a organização, *layout*, as tecnologias e ferramentas analíticas utilizadas, o mercado em que está presente, entre outros. Primeiramente irá ser dada uma visão geral, a fundação e as suas características e de seguida irão ser vistas as metodologias já utilizadas pela direção, visto que muitas já se inserem na filosofia *Lean*.

3.1 Caracterização da empresa e descrição dos procedimentos

A Fertagus é uma empresa portuguesa do grupo Barraqueiro e tem como função operar um serviço ferroviário suburbano de passageiros, concessionado pelo estado português, entre as estações Roma- Areeiro, em Lisboa, e Setúbal, tendo uma extensão de linha de 54 Km. O logótipo da Fertagus pode ser observado na **Figura 3.1**.



Figura 3.1- Logótipo da Fertagus (Fertagus, 2008)

A empresa venceu o concurso público internacional para a exploração do eixo ferroviário Norte/Sul, tendo-lhe sido atribuída a concessão para o transporte urbano de passageiros, com base em critérios de qualidade da sua proposta ao nível da intermodalidade, tempos de percurso, tarifários e modelos financeiros.

A empresa utiliza as partes da Linha de Cintura, da Linha do Sado e da Linha do Sul, operando com 18 UQE's de duplo piso da série 3500, numeradas de 3501 a 3518. A empresa ainda possui e opera uma frota de autocarros que fazem a ligação entre algumas estações e povoações mais longe destas, que não possuam transportes eficientes para que possam usufruir deste tipo de transportes. Para além disso, a Fertagus é também responsável pela exploração comercial das galerias das estações do Pragal, Corroios, Foros de Amora e Fogueteiro.

Assim sendo, a Fertagus é o primeiro operador privado a assegurar a gestão e exploração comercial de uma linha ferroviária em Portugal, após todas as linhas terem sido controladas pelo estado, mediante o pagamento à IP (Infraestruturas de Portugal) de uma taxa pela utilização das

infraestruturas, sendo também a primeira vez que este mecanismo foi introduzido no sistema ferroviário português.

Hoje a Fertagus é responsável por cerca de 70 mil deslocações diárias e o seu contributo para a melhoria de qualidade de vida dos cidadãos é inegável, tendo um índice global de satisfação de 4.5, numa escala de 1 a 5 (Dados do inquérito de Imagem e Qualidade, 2014).

O grande desafio da empresa para o futuro é o de assegurar que os transportes públicos sejam uma alternativa de qualidade aos transportes privados, continuando a ter altos níveis de satisfação e a darem uma alternativa económica a todos os que desejem um sistema de transporte ecológico e fiável.

3.1.1 Missão, visão e valores

Em conformidade com a *Declaração de Compromisso e Missão* da empresa, a Fertagus tem como objetivo ser persistente em relação à sua contínua busca pela melhoria e satisfação dos clientes, adotando para isso certos valores dos quais não prescinde. Visto ser uma empresa com reputação tanto nacional como internacional, graças a uma parceria público-privada de sucesso, a empresa tem de respeitar os seus clientes e focar-se nos objetivos definidos de início, não se deixando afetar por incidentes e fatores externos ou internos, tais como inflação, concorrência, greves, entre outros.

Para atingir estes objetivos, a empresa tem definidos os seus conceitos de missão, visão, valores e políticas, como pode ser observado no anexo B)

- **Visão:** a empresa tem como visão ser imprescindível nas soluções de mobilidade na área metropolitana de Lisboa, ou seja, ser sempre considerada uma solução prazerosa e económica para os clientes, tal como estar ao nível ou ser até melhor que a sua concorrência na área dos transportes (rodoviários);
- **Missão:** proporcionar, com eficiência e simpatia, soluções completas e integradas de serviços de transporte suburbano de passageiros, que satisfaçam as necessidades e exigências dos seus clientes em particular e da sociedade em geral;
- **Valores:** eficiência, confiança e simpatia;
- **Política:** contribuir para um desenvolvimento económico, social e ambiental mais sustentável nomeadamente com a conceção e desenvolvimento de soluções integradas de transporte. Promover a qualidade de vida dos cidadãos, a aquisição de conhecimentos dos seus colaboradores visando um melhor desempenho profissional, desenvolvimento pessoal e reforço dos valores empresariais, a criação de valor para o acionista e o desenvolvimento de parcerias com os seus fornecedores.

De forma a cumprir com os seus objetivos a empresa apresenta uma estrutura organizada em departamentos, cada um com um objetivo específico. Dentro de cada departamento existem várias subunidades, com diversos trabalhadores especializados, e por cada departamento tem-se também o respetivo Diretor. Cada Diretor tem como objetivo procurar uma redução dos tempos dos seus processos, procurar constantemente reduzir os desperdícios, tanto humanos como materiais e coordenar o melhor possível os trabalhadores e as operações de forma a não existirem paragens que possam colocar em causa toda a operação. Estes diretores têm também como funções mostrar resultados específicos regularmente, para os quais se tinham proposto, de forma a que a gerência da empresa possa compreender o estado geral de cada unidade e perceber quais foram os objetivos cumpridos ou não, e caso não tenha existido sucesso, quais foram as razões para tal.

O organigrama geral da Fertagus está representado na **Figura 3.2**.

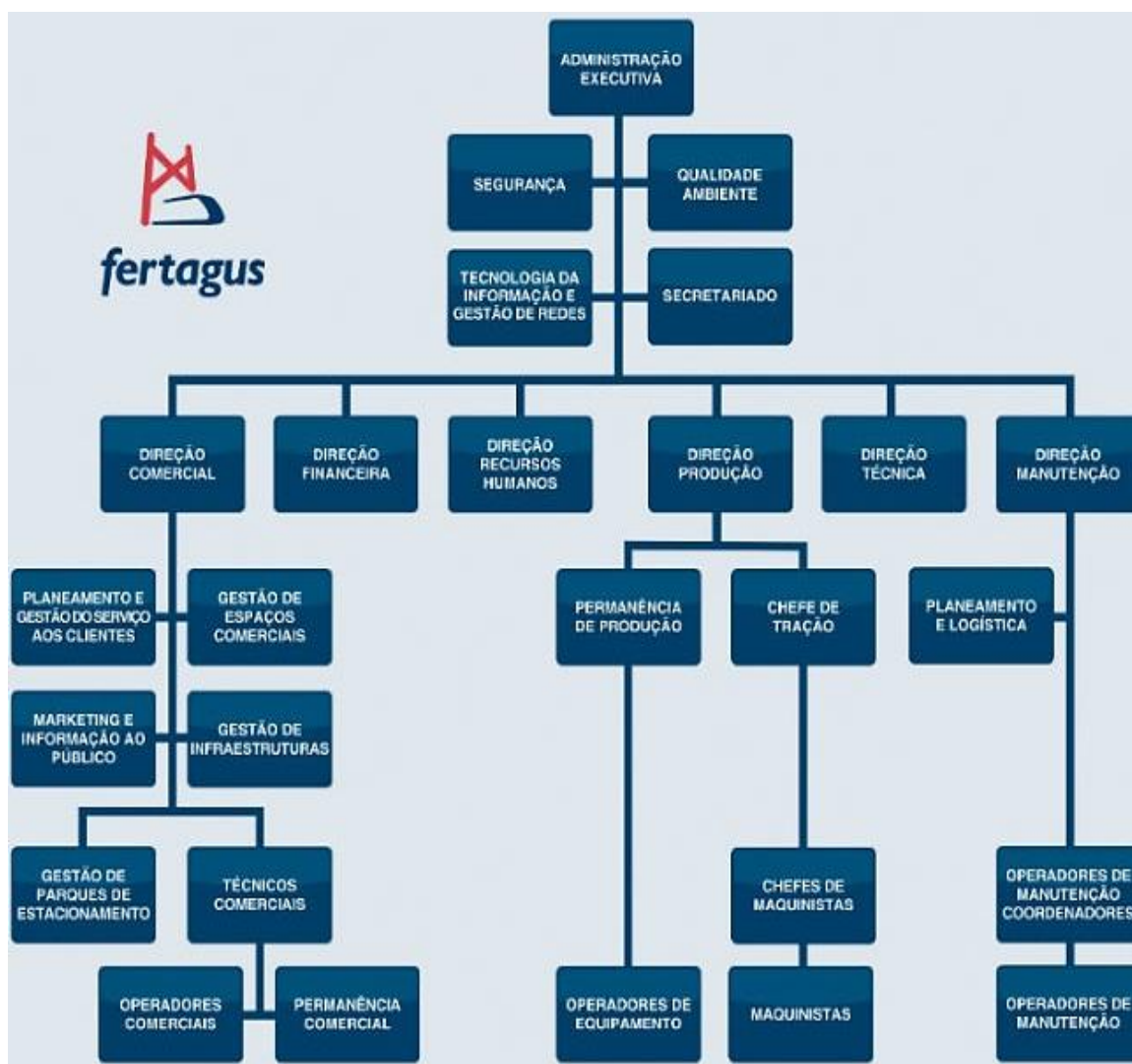


Figura 3.2 - Organigrama geral da Fertagus (Fertagus, 2008)

O presente estudo realizou-se no departamento de manutenção, em Coima, e este será abordado em maior detalhe no subcapítulo seguinte.

3.1.2 Departamento de Manutenção

Como foi referido anteriormente, o presente estudo foi realizado nas instalações de manutenção da Fertagus, localizadas em Coima. Nestas instalações são realizadas todas as operações de manutenção, tanto corretivas como preventivas, contando que tenham capacidade para a realizar lá. Estas instalações contam com diversas linhas onde podem ser realizadas as operações, sendo que em cada uma está definida previamente quais serão os tipos de intervenções a realizar.

Este departamento conta com uma área de estacionamento para os seus funcionários, uma oficina grande com capacidade suficiente para cobrir totalmente 3 UQE's (**Figura 3.3**) e também para albergar os seus escritórios (**Figura 3.4**), sala de convívio (**Figura 3.5**), armazéns (**Figuras 3.6 e 3.7**) e balneários. No exterior existe uma linha dedicada exclusivamente à lavagem exterior dos comboios (**Figura 3.8**) e nas restantes linhas disponíveis existe um espaço para acomodar as outras carruagens que necessitem de limpeza no seu interior (**Figura 3.9**) ou que simplesmente aguardam pela sua vez para serem inspecionadas.



Figura 3.3 - Vista geral do interior da oficina



Figura 3.4 - Escritório dos coordenadores



Figura 3.5 - Sala de convívio



Figura 3.6 - Armazém dedicado a componentes de maiores dimensões



Figura 3.7 - Armazém dedicado a componentes de pequenas dimensões



Figura 3.8 - Estação de limpeza exterior das UQE



Figura 3.9 - Local da limpeza de interiores das UQE

Estas instalações lidam mensalmente com todas as 18 UQE's visto que estas percorrem 150mil Km neste espaço de tempo e existem intervenções que têm de ser realizadas pelo menos uma vez por mês, sem contar com imprevistos. Como foi referido no **Capítulo 1** pelo menos 17 UQE's têm de estar disponíveis nas horas de maior afluência pelo que os técnicos de manutenção só poderão ter acesso a estas fora desse tempo. Dado que as UQE's chegam por volta das 10h e têm que sair para serviço por volta das 16h o tempo para realizar intervenções é muito limitado e todas as operações devem ser realizadas com a maior brevidade e eficiência possível.

Adicionalmente, existe pelo menos uma UQE que tem intervenções longas que se realizam menos frequentemente e que está autorizada a permanecer nas instalações por um tempo mais prolongado. Esta UQE é a única autorizada para ficar nas instalações fora da hora de ponta visto que lá se realizam as grandes intervenções como pintura, troca de vidros, substituição do chão, substituição dos sistemas de ar condicionado, entre outros. Esta intervenção conta com uma equipa grande especializada, tomando assim muitos dos recursos e capacidades do departamento, recursos esses que poderiam ser utilizados nas outras intervenções mais sistemáticas.

Dada a falta de meios humanos e temporais com que a Fertagus se depara, é assim imperativo conseguir um maior rendimento em todas as intervenções, de forma a que dentro dos horários apertados a que estão restringidas as operações se consigam realizar todas, sem serem procrastinadas ou simplesmente evitadas, causando assim problemas de maior dimensão, tanto para as UQE como especialmente para os clientes.

De acordo com o *Manual de Manutenção das UQE (2013)* da empresa, para as instalações e equipamentos da oficina estão implementados planos de limpeza, manutenção e certificação, de forma a garantir a sua disponibilidade sempre que seja necessário recorrer às mesmas em função das intervenções de manutenção a realizar sobre as UQE, mas também de forma a respeitar as prescrições mínimas de segurança e saúde para os operadores.

Para o concretizar, foram criados quatro níveis de intervenções:

- **Limpeza contratada periódica** – existe um contrato com uma empresa para limpeza periódica das instalações oficiais, balneários e áreas administrativas. Em paralelo, os trabalhadores são incentivados a manterem os seus postos de trabalho nas condições de limpeza adequadas de forma a respeitar as prescrições mínimas de segurança e higiene;
- **Manutenção interna** – para alguns equipamentos é usada a mão-de-obra interna disponível com vista à manutenção de primeiro nível que seja possível realizar sem recorrer a meios externos – é aplicada sempre que as exigências técnicas das mesmas estejam apreendidas pelos operadores de manutenção da empresa;
- **Manutenção contratada periódica** – é realizada normalmente pelas empresas fornecedoras de equipamentos – é aplicada para equipamentos com especificidade técnica exigente e só do

conhecimento dos fornecedores, ou quando se revele compensador em termos da relação custos/garantia da qualidade:

- **Certificação/ responsabilidade pela exploração** – é a certificação de equipamentos de acordo com as disposições legais, nomeadamente equipamentos de elevação de cargas, recorrendo a uma entidade certificada para o efeito e com responsabilidade pela reparação.

Como já referido anteriormente, um dos principais objetivos da empresa é fornecer um serviço adequado às necessidades dos clientes, eficiente e fidedigno. De forma a facilitar a quantificação da qualidade do serviço prestado, no âmbito da fiabilidade e disponibilidade a Fertagus define, os seguintes critérios (*Manual de Manutenção das UQE*, 2013):

- **Disponibilidade** – considera-se indisponível qualquer unidade imobilizada para operações de manutenção que não seja motivada por acidente, vandalismo ou manutenção qualificada ou pesada. A sua medida será estabelecida por um índice mensal, traduzindo as percentagens de UQE disponíveis diariamente e calculadas a partir de contagens realizadas no início das pontas da manhã e da tarde dos dias úteis;
- **Qualidade do ponto de vista do passageiro** – consideram-se disponíveis para a exploração comercial, do ponto de vista da qualidade percebida pelos passageiros, as UQE que respeitem os parâmetros definidos. A sua medida será realizada através de um índice mensal, traduzindo as UQE disponíveis;
- **Incidente** – classifica-se como sendo uma avaria, que provoque atrasos na circulação superiores a 5 minutos, ou supressão do comboio. A sua medida é estabelecida por um índice mensal, traduzindo o número de acidentes por mês, em função da quilometragem percorrida pelo parque de UQE;
- **Socorro** – classifica-se como a assistência a UQE avariadas em plena via, ou estação, com incumprimento da rotação comercial. A sua medida será estabelecida em número de socorros por anos, por milhão de quilómetros e por unidade;
- **Fiabilidade** – é utilizada em critérios para quantificação da fiabilidade do material circulante.

3.1.3 Caracterização das atividades de manutenção existentes

Ao longo dos 14 anos que leva de operação, a Fertagus tem sustentado a sua filosofia de manutenção, relativamente ao seu parque de UQE 3500, através da adoção de uma metodologia operacional que privilegia a manutenção por equipamentos em detrimento do método tradicional de manutenção geral da UQE.

Esta abordagem, que considera, quer os condicionalismos do parque existente, quer as exigências da concessão em matéria de produção do serviço ferroviário, tem permitido à Fertagus durante todo este período, ganhos significativos de eficiência no processo de manutenção, revelando-se, entre outros, a redução dos períodos de imobilização do material, daqui resultando como indicador mais expressivo o nível de consistência revelado relativamente à disponibilidade das UQE para o serviço comercial, sendo que esta abordagem não perde de vista a garantia dos pressupostos estruturantes da manutenção como são a segurança e a qualidade dos serviços prestados.

É com base neste enquadramento e na experiência adquirida ao longo deste período nas operações de manutenção anteriores e no processo continuado de avaliação da fiabilidade dos diferentes equipamentos das UQE, que a Fertagus consegue manter altos níveis de eficiência operacional e operar em torno das especificações de fábrica das suas máquinas, obtendo assim melhores rendimentos e maior longevidade das peças que compõem as UQE (*Manual de Manutenção das UQE*, 2013).

A gestão da manutenção do parque material circulante da Fertagus, constituído por 18 UQE de dois pisos, visa responder às necessidades da empresa em termos de oferta de material circulante para a exploração do serviço comercial garantindo simultaneamente as condições de segurança e qualidade do ponto de vista do passageiro e o cumprimento do ciclo de manutenção das UQE, tendo também como objetivo a obtenção de elevados níveis de disponibilidade e fiabilidade do material.

Em conformidade com as orientações descritas no *Manual de Manutenção das UQE (2013)*, a concretização deste objetivo está dependente de:

- Uma organização da direção de manutenção devidamente estruturada e funcional;
- Uma infraestrutura e equipamentos de apoio adequados e disponíveis para as operações de manutenção a desenvolver;
- Uma equipa devidamente enquadrada, instruída e treinada nos diferentes processos de manutenção;
- Uma adequada manutenção do material circulante.

Para além destes objetivos visa-se também a capacidade de fazer frente à realidade económica atual e à concorrência. Ao se realizar uma manutenção mais eficiente conseguem-se obter ganhos económicos consideráveis dado que isso se irá traduzir numa maior disponibilidade das máquinas e num maior número de atividades que acrescentem valor para o cliente.

Relativamente à caracterização da manutenção a Fertagus aplica diversos tipos, designadamente (*Manual de Manutenção das UQE*, 2013):

- **Manutenção preventiva sistemática:** consiste em efetuar, segundo uma quilometragem ou tempo preestabelecido, as operações de inspeção ou trabalhos sistemáticos, incondicionalmente, sobre os equipamentos das UQE, enquanto considerados isoladamente. É aplicada a todos os equipamentos cujas falhas funcionais tenham consequências graves para a segurança da circulação ou conforto dos passageiros;
- **Manutenção condicionada ao estado:** é realizada sobre os equipamentos a partir dos resultados das inspeções e intervenções sistemáticas identificadas anteriormente. É aplicada a todos os equipamentos com potencial de vida indefinido, cujos níveis de fiabilidade não estejam dentro dos padrões definidos;
- **Manutenção curativa:** consiste em solucionar falhas funcionais ou equipamentos. É aplicada sempre que necessário;
- **Manutenção corretiva:** consiste em modificar, após validação, circuitos ou equipamentos. É aplicada quando considerado viável e aconselhável do ponto de vista técnico e económico;
- **Revisão:** consiste em efetuar, segundo uma quilometragem preestabelecida, as operações de revisão às UQE, ou equipamentos das mesmas enquanto consideradas isoladamente. É aplicada com vista a evitar falhas funcionais ou tendo em vista recuperar o tempo de vida útil dos equipamentos.

A intervenções relativas quer à manutenção preventiva, quer à condicionada, são planeadas de forma a minimizar o tempo de imobilização de forma a que a manutenção corrente não afete o plano de exploração comercial das UQE. Deste modo as intervenções têm uma duração limitada aos períodos de disponibilidade definidos no gráfico de rotação comercial (definido pelos gestores de equipas e os coordenadores no final da semana), sendo feito o “*split*” das operações em grupos de equipamentos que caibam nesses períodos.

Assim, nos termos do *Manual de Manutenção das UQE (2013)*, consideram-se os seguintes tipos de intervenções:

❖ **Manutenção de linha:**

- **Exame técnico** que inclui a inspeção visual e ensaios a equipamentos ou sistemas funcionais, confirmação dos requisitos de qualidade do ponto de vista do passageiro, a preparação das unidades para o serviço comercial e a respetiva disponibilização técnica para a realização do horário comercial;
- Assistência para **correção de pequenas avarias em linhas**;
- Assistência para prestação de **socorro em linha**.

❖ **Manutenção programada**, qualificada ligeira, caracterizada por:

Manutenção preventiva a realizar no complexo de Coima, com programação baseada nos quilómetros percorridos por cada UQE, ou nos quilómetros de utilização de equipamentos instalados nas UQE.

Este tipo de intervenção compreende:

- **ETS – Ensaios e Trabalhos Sistemáticos**, para suporte da manutenção condicionada ao estado dos equipamentos, a realizar a cada **5 semanas**;
- **Intervenções sobre equipamentos instalados numa UQE**, com a periodicidade de utilização dos mesmos de **37.500 ± 10% Km**;
- **Intervenções sobre equipamentos instalados numa UQE**, com a periodicidade de utilização dos mesmos de **75.000 ± 10% Km**;
- **Intervenções sobre equipamentos instalados numa UQE**, com a periodicidade de utilização dos mesmos de **120.000 ± 10% Km**;
- **Intervenções sobre equipamentos instalados numa UQE**, com a periodicidade de utilização dos mesmos de **150.000 ± 10% Km**;
- **Intervenções sobre equipamentos instalados numa UQE**, com a periodicidade de utilização dos mesmos de **300.000 ± 10% Km**. Em certos equipamentos e face à experiência adquirida, esta quilometragem pode ser alargada;

- **Intervenções sobre equipamentos instalados numa UQE**, a realizar sazonalmente (a cada 3, 6, 9, 12 meses).
- ❖ **Intervenções de manutenção não programada, condicionada ao estado (CE) ou curativa (C) sobre equipamentos da UQE**

Este tipo de intervenção compreende:

 - **VAV** – de assistência para correção de avarias;
 - **VAND** – de assistência para correção de danos devidos a atos de vandalismo;
 - **VAC** – de assistência para correção de danos devidos a acidentes;
 - **MOD** – para realização de modificações técnicas.
- ❖ **Manutenção qualificada ou pesada**, compreendendo:
 - **Intervenções sobre equipamentos do tipo R3 após 600.000 ± 10% Km** percorridos por cada UQE, balizados pelos equipamentos sujeitos a grande desgaste, preponderando os equipamentos diretamente relacionados com a segurança;
 - **Intervenções sobre equipamentos do tipo R2 após 1.200.000 ± 10% Km** percorridos por cada UQE, balizados pelos equipamentos sujeitos a menos desgaste ou em fim de ciclo de vida.
- ❖ **Reabilitação**, compreendendo:
 - **Intervenções nas UQE e respetivos equipamentos**, ou veículos individualizados, **tipo R1 com modernização**, que se realizarão a meio da vida útil das UQE, ou quando se entenda que exigências da sua performance comercial exigem novas características ou novas funcionalidades;
 - **Intervenção sobre os equipamentos rotáveis das UQE** para reposição do seu potencial de vida, após a sua substituição nos veículos.

A periodicidade é considerada caso a caso. Nestas circunstâncias tratam-se de operações cuja oportunidade de realização nas instalações do complexo de Coima são também analisadas individualmente, face ao tipo ou quantidade de apetrechamento das mesmas, podendo por isso vir a ser possível a contratação de outras empresas da indústria de manutenção ferroviária.

❖ Operações de limpeza:

- **A limpeza exterior das UQE** é assegurada por um pórtico de lavagem instalado no complexo de Coína. A limpeza é da exclusiva responsabilidade da Fertagus. Para além destas intervenções de limpeza corrente ligeira, são realizadas, por concessão, limpezas designadas por Limpeza de Conservação Exterior (LCE), com a periodicidade aproximada de um mês e incluindo a limpeza dos tejadilhos, sempre que esta se justifique, com a finalidade de recuperar o nível de limpeza das caixas das UQE. É também realizada diariamente, a todas as UQE utilizadas no serviço comercial, a limpeza dos vidros frontais;
- **A limpeza interior das UQE** é realizada no complexo de Coína, por concessão, diariamente a todas as UQE utilizadas no serviço comercial. A concessionária mantém em todas as estações terminais, durante todo o período de circulação comercial, uma equipa de piquete com vista a responder a situações de emergência, bem como também para remoção de resíduos de dimensão considerável. São ainda efetuadas a cada 4 meses Limpezas de Conservação Exterior e são realizadas limpezas ao interior das UQE, designadas por Limpezas de Conservação.

Pontualmente, de acordo com o estado destas, são realizadas operações de limpeza das grelhas, condutas e sistema de ventilação dos veículos, bem como operações de limpeza e desinfeção dos bancos.

3.1.4. Ciclos e planos de manutenção

O ciclo de manutenção preventiva dos equipamentos das UQE constitui a base do planeamento da manutenção preventiva. De acordo com o *Manual de Manutenção das UQE* da empresa, para elaboração do ciclo de manutenção das máquinas e respetivos equipamentos, foi efetuado o cruzamento entre o plano das operações programadas entregue pelo fabricante das mesmas, os manuais de manutenção de componentes (MMC) entregues pelo mesmo fabricante e a experiência adquirida pela Fertagus nos anos que decorreram desde que estão em funções, quer durante a exploração comercial, quer durante a manutenção das UQE.

As intervenções que se identificam na tabela pela quilometragem são “intervenções tipo”, ou seja, os equipamentos identificados são intervencionados cada vez que a UQE circular a quantidade de quilómetros que identifica o tipo de intervenção, após a intervenção do mesmo tipo.

Os ciclos das intervenções podem ser verificados nas **Figuras 3.10, 3.11 e 3.12**.

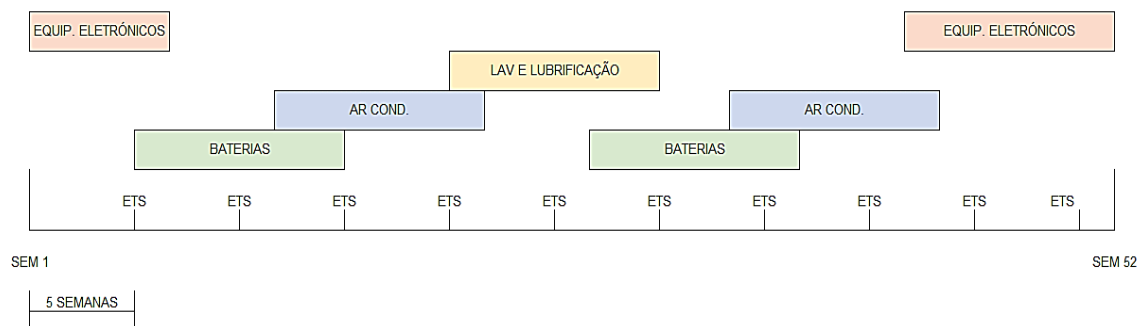


Figura 3.10 - Ciclo anual: intervenções sazonais e com base temporal (*Manual de Manutenção das UQE, 2013*)

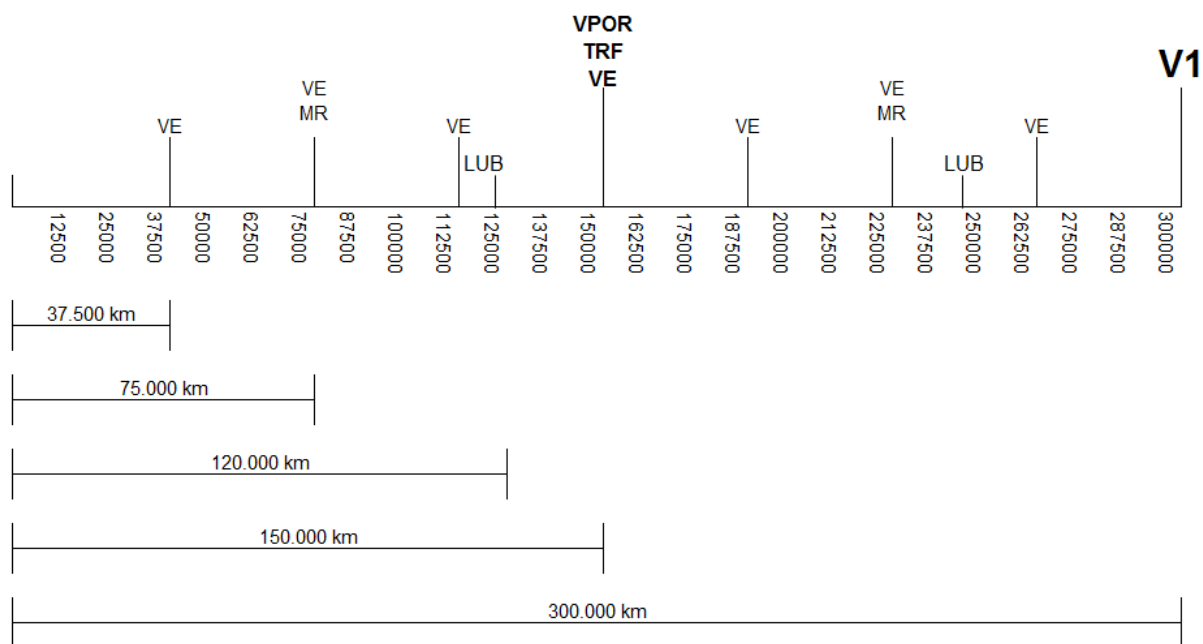


Figura 3.11 - Ciclo V1 - 300.000 Km (*Manual de Manutenção das UQE, 2013*)

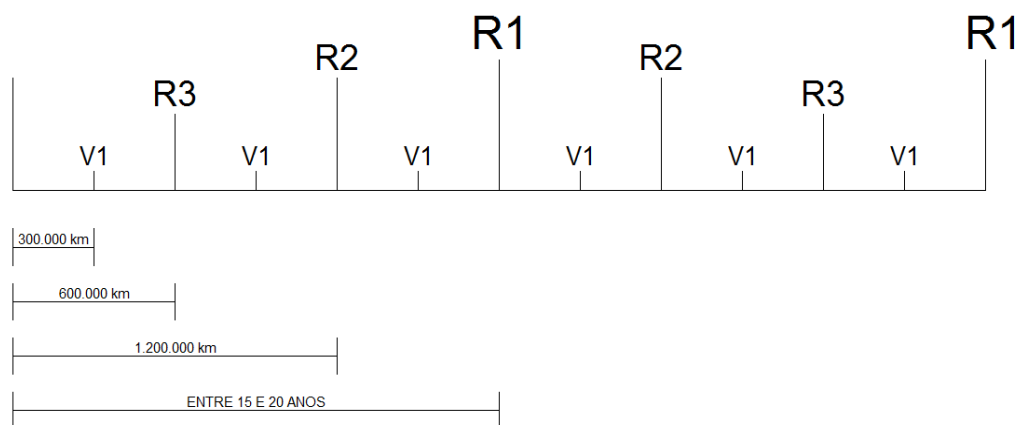


Figura 3.12 - Ciclo R - 30 anos (*Manual de Manutenção das UQE, 2013*)

As intervenções do tipo R1 a serem realizadas sobre os equipamentos das UQE não foram consideradas visto só ser possível a descrição das tarefas a realizar após a peritagem e conhecimento que a rastreabilidade efetuada aos mesmos equipamentos no decorrer da manutenção corrente venha a aconselhar.

Para os equipamentos, desmontados das UQE, cuja função seja preponderante para a segurança da circulação, os planos de manutenção consideram a recuperação da vida útil dos mesmos.

3.1.5 Documentação

Os processos de manutenção permitem, através das respetivas fichas de serviço, mostrar como e por quem devem ser realizadas as várias intervenções, bem como onde devem ser efetuados os registos relativos à execução, medições e inspeções efetuadas durante as intervenções. Esta representação visa também satisfazer as evidências de rastreabilidade e requisitos do sistema documental do sistema integrado de gestão e respetiva certificação das atividades de manutenção.

Os documentos descritos nos processos funcionam como garantia da qualidade dos mesmos, e nestes são referenciados:

- Os documentos de referência ao cumprimento das operações de manutenção;
- Os procedimentos, onde é descrito quem e com que meios devem ser efetuadas as várias fases das intervenções;
- Especificações técnicas efetuadas a partir das especificações dos fabricantes, ou a partir do conhecimento transmitido pela própria manutenção. Nelas se descrevem as características técnicas e funcionais dos equipamentos ou sobressalentes, podendo as mesmas estar referenciadas nos procedimentos;
- Registos que permitem o conhecimento de quem executou e quem verificou as várias fases de uma intervenção, bem como eventuais ocorrências registadas durante as intervenções

Exemplos das fichas de registo podem ser verificadas nas **Figuras 3.13, 3.14 e 3.15**.

VISITA DE EQUIPAMENTOS POSTOS I e J	MOTORA 1		REBOQUE 1		REBOQUE2		MOTORA 2	
	RUBRIC A	DATA	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA
COMBINADO DE 4 FUNÇÕES								
CONJUNTO DO PANTÓGRAFO								
ISOLADORES								
LIGAÇÕES ELÉTRICAS								
COMBINADO DO DISJUNTOR PRINCIPAL								
DISJUNTOR PRINCIPAL								
INDUTÂNCIA DJM DE PROTECÇÃO DO DISJUNTOR								
PÁRA-RAIOS								
TRANSFORMADOR DE TENSÃO								

Figura 3.13 - Exemplo de ficha de registo 1

PRODUÇÃO DE AR COMPRIMIDO				
PRESSOSTATO A15	MOTORA 1		MOTORA 2	
	FECHA 8,5 ± 0,2 BAR	ABRE 10,0 ± 0,2 BAR	FECHA 8,5 ± 0,2 BAR	ABRE 10,0 ± 0,2 BAR
LEITURA				
E.M.M.	_____·_____·_____		_____·_____·_____	
PRESSOSTATO J13	MOTORA 1		MOTORA 2	
	FECHA 5,5 ± 0,2 BAR	ABRE 4,0 ± 0,2 BAR	FECHA 5,5 ± 0,2 BAR	ABRE 4,0 ± 0,2 BAR
LEITURA				
E.M.M.	_____·_____·_____		_____·_____·_____	
VÁLVULA DE SEGURANÇA A4	MOTORA 1		MOTORA 2	
	FECHA >10,5 BAR	ABRE 11,0 ± 0,2 BAR	FECHA >10,5 BAR	ABRE 11,0 ± 0,2 BAR
LEITURA				
E.M.M.	_____·_____·_____		_____·_____·_____	

Figura 3.14 - Exemplo de ficha de registo 2

INSTRUÇÃO DE TRABALHO DA VISITA DE EQUIPAMENTOS - POSTOS I e J (UQE DESLIGADA)		
DURAÇÃO: ½ DIA		
EQUIPAMENTOS A VISITAR	TRABALHOS A EFECTUAR	PARÂMETROS A RESPEITAR
COMBINADO DE 4 FUNÇÕES		
CONJUNTO DO PANTÓGRAFO	Verificar manualmente se o movimento do pantógrafo é suave.	
	Verificar o estado dos cabos do mecanismo de elevação.	
	Lubrificar se necessário.	
	Confirmar a regulação da força de contacto do pantógrafo com a catenária. Utilizando um dinamómetro. Registar em modelo anexo.	F=70 ± 10N
	Confirmar a regulação do tempo de subida e descida do pantógrafo.	- Descida 6 < t < 8seg. - Subida t < 8 seg.
ISOLADORES	Limpar e verificar o estado.	
LIGAÇÕES ELÉTRICAS	Limpar e lubrificar com massa condutora o terminal de saída.	

Figura 3.15- Exemplo de ficha de registo 3

3.1.6 Rotáveis

A estratégia de manutenção até agora definida passa por se reduzirem significativamente os tempos de imobilização do material circulante. Para tal efeito são utilizadas peças rotáveis que se encontram reparadas e de reserva e que são utilizadas nas operações de manutenção preventiva, logo que uma peça homóloga exige intervenções programadas ou esgota o seu potencial de vida, ou ainda nas situações corretivas quando se verificam avarias. Também algumas peças não rotáveis e de avaria pouco provável têm que ser mantidas de reserva para controlo da disponibilidade das UQE.

Por outro lado, no *Manual de Manutenção das UQE* (2013) estão definidos *stocks* de sobressalentes em quantidades adequadas à frequência de consumo de cada peça, de forma a garantir a sua existência em caso de avaria ou desgaste.

Assim sendo, a Fertagus define cada tipo de peça como:

❖ **Peças de Parque**, como sendo as peças rotáveis:

- Tecnicamente reparáveis;
- Financeiramente tratadas como imobilizado;
- Com um potencial de vida longo ou de custo de aquisição muito elevado;
- De fabrico especial e demorado, podendo coincidir melhor com a oportunidade de aquisição com a fabricação das UQE;
- Período de reabilitação em oficina especializada (reposição do potencial de vida) igual ou superior à duração da intervenção onde se verifica a sua substituição sistemática.

❖ **Sobressalentes de armazenagem estratégica**, como sendo peças:

- Sem previsão de consumo e pouco prováveis;
- Podendo ser financeiramente tratadas como imobilizado;
- Com prazos de entrega dilatados e custos geralmente elevados;
- Cujas não existência em armazém possa ocasionar imobilizações importantes das UQE.

❖ **Sobressalentes**, como sendo:

- Artigos de incorporação nas UQE;
- Com previsão de consumo regular ou irregular;

- Adquiridos nos fabricantes ou fornecedores especificamente qualificados.

As reservas de peças de parque, em conformidade com o referido *Manual*, de sobressalentes de armazenagem estratégica foram constituídas a partir das aquisições efetuadas aquando da encomenda das UQE e das encomendas efetuadas durante o período de concessão já decorrido. Relativamente a estas peças, a sua reposição é feita à medida dos consumos e de acordo com critérios de correção de *stocks*.

Alguns rotáveis são rastreáveis, ou seja, é possível o seu acompanhamento individualizado em serviço. Estes órgãos têm um código individual significativo, refletindo a sua posição funcional e sequencial. Para estes casos, nomeadamente os relacionados com a segurança da circulação, a Fertagus recorrerá somente a prestadores de serviços autorizados ou com experiência no âmbito da manutenção de equipamentos ferroviários.

3.1.7. Codificação e rastreabilidade

A Fertagus, conforme descrito no *Manual de Manutenção das UQE (2013)*, segue atualmente o seu modo de codificação original, tanto para peças de inventário como para a identificação das UQE. Este método permite à gestão da manutenção ter um modo facilitado de leitura e escrita nos seus documentos oficiais, tais como os relatórios de movimentos de armazém e as fichas de registo.

➤ Identificação das UQE

A identificação de cada UQE é efetuada a partir do número mais baixo da respetiva motora. A título de exemplo o UQE 3501 refere-se à motora 3501. A identificação de cada veículo incluída na UQE é efetuada do seguinte modo (*Manual de Manutenção das UQE, 2013*):

- MXXXX, em que M significa motora e XXXX o número de série de cada motora (**Figura 3.16**) e RYYYY, onde R significa reboque e YYYYY o número de série de cada reboque (**Figura 3.17**).



Figura 3.16 - Exemplo de codificação para carruagem motora



Figura 3.17 - Exemplo de codificação para carruagem reboque

➤ Códigos de armazém

A identificação de cada peça ou sobressalente, usada para a gestão de *stocks*, é efetuada através de um código alfanumérico constituído pela seguinte estrutura, de acordo com o *Manual de Manutenção das UQE* (2013) e tal se pode verificar nas **Figuras 3.18 e 3.19**:

➤ Estrutura da UQE para gestão informática

Em conformidade com os procedimentos previstos no referido *Manual*, para realizar a identificação e rastreabilidade dos equipamentos das UQE, foi criada uma estrutura, em árvore, hierárquica e funcional, descrita no exemplo seguinte:

1º Nível – 0000003501 – refere-se à UQE 3501

2º Nível – AUXCABU01 – refere-se aos equipamentos de cabine da UQE 3501

Para os equipamentos cuja rastreabilidade seja obrigatória, existem tabelas de correspondência entre a identificação do equipamento na UQE e o número de série do equipamento.

Associados a cada identificação destes equipamentos, na UQE, existem contadores dependentes do contador principal que se refere à própria UQE. Estes contadores permitirão fazer a programação das intervenções previstas sobre os equipamentos. Também através deste modo é possível saber a cada momento a localização de determinado equipamento rastreável e o seu histórico. Existe uma tabela dos equipamentos sujeitos a esta rastreabilidade e outra para os respetivos fornecedores de serviços.

3.1.8 Gestão informática

A Fertagus tem a sua gestão da manutenção informatizada, com uso de *Software* adequado que lhe permite (Manual de Manutenção das UQE, 2013):

- Ter um registo descritivo das UQE, decompondo-as nas suas diversas posições funcionais e equipamentos, permitindo o seu rastreio e o conhecimento do seu histórico;
- Obter a programação das intervenções de manutenção programada, de acordo com o ciclo de manutenção e em função com o histórico anterior;
- Ter uma gestão de stocks e processo de compra de peças de parque e sobressalentes das UQE, bem como materiais e matérias-primas de consumo geral;
- Ter um registo de avarias e incidentes para criação de um histórico para posterior tratamento técnico e estatístico;
- Guardar um registo de ocorrências e pendentes observadas sobre as UQE;
- Guardar, registar e fazer a gestão dos torneamentos de rodas das UQE;

- Registrar e fazer a gestão das intervenções de manutenção sobre os equipamentos oficiais, quando aplicável.

3.1.9 Plano de controlo

Considerando a relevância do *output* gerado nos processos de manutenção, a atividade de monitorização/ controlo assume preponderância relevante na verificação do nível de conformidade dos resultados atingidos, face aos objetivos e metas inscritas no planeamento das atividades.

A todas as atividades de manutenção está associado um registo que é preenchido pelo operador de manutenção que o executa. Após a execução das operações existe uma verificação realizada pelo operador de manutenção coordenador, responsável pelo acompanhamento. O controlo final é realizado pela Direção de Manutenção e são verificados todos os campos do modelo de registo e analisados os valores médios. Esta atividade coincide com o registo da visita nas bases de dados da manutenção (Manual de Manutenção das UQE, 2013).

3.1.10. Atuais projetos *Lean*

Como foi referido anteriormente, a empresa está atualmente a implementar ferramentas *Lean* nos seus processos e nas suas instalações, com o intuito de melhorar continuamente a eficácia e a eficiência dos seus processos. Tal implementação é faseada e demorada, pelo que atualmente a única ferramenta em utilização efetiva são os **5S** (Figura 3.20).



Figura 3.20 - Ferramenta 5S aplicada ao armazém principal

Apesar desta ferramenta já ser conhecida e trabalhada pelos operadores, ainda não lhe é dada a devida atenção e respeito, pelo que em muitas situações é colocada num plano secundário. No entanto, a ferramenta dos **5S** só é aplicada em termos gerais de organização e arrumação dentro das instalações, deixando de parte a sua implementação em processos de manutenção em si, situação onde seriam mais produtivos, dado que é nesses processos que este departamento mais depende. Neste subcapítulo irão ser identificados os processos e projetos já desenvolvidos, tal como os seus resultados gerais sobre a empresa.

1. **Seiri (sentido de organização)** - consiste em separar o útil do inútil, sendo que as ferramentas e objetos inúteis são consideradas desperdício. O objetivo é remover estes objetos do local de trabalho visto que não acrescentam valor e só atrapalham o objetivo principal de um local de trabalho produtivo.

Os postos de trabalho foram verificados e analisaram-se os seus respetivos equipamentos, colocando assim só os equipamentos necessários a dada função, perto dos locais onde iriam ser utilizados (**Figuras 3.21, 3.22 e 3.23**). Desta forma o trabalhador não necessita de despender demasiado tempo a procurar ou ir buscar uma determinada ferramenta essencial à sua função. Para além disso, algumas das áreas de armazenamento de ferramentas ou peças foram delineadas por marcas no chão, de forma a que os trabalhadores prestem mais atenção a este tipo de arrumação e a respeitem mais.



Figura 3.21 - Organização de ferramentas por posto de trabalho delimitada por marcas



Figura 3.22 - Organização de ferramentas por posto de trabalho sem delimitação



Figura 3.23 - Organização de instrumentos de medição

2. **Seiton (sentido de arrumação)** - tem como objetivo definir o local correto para cada objeto e ferramenta e verificar que cada um está no sítio certo. Isto passa por colocar etiquetas de identificação em todos os utensílios que necessitem e por deixar perto dos trabalhadores os objetos com uso mais frequente.

Neste segmento o trabalho desenvolvido pela Fertagus passou por definir em que áreas as ferramentas e restante material seria arrumado, definindo áreas específicas para tal (**Figuras 3.24 e 3.25**). As ferramentas e equipamentos foram agrupados de forma a que diferentes tamanhos da mesma fiquem na mesma área, facilitando assim o processo de arrumação e a utilização destes.



Figura 3.24 - Arrumação das ferramentas por segmentos

3. **Seiso (sentido de limpeza)** - passa por dividir os postos de trabalho e atribuir uma zona a cada elemento do grupo. Deve ser feita uma limpeza a cada posto de trabalho e às áreas circundantes tal como se deve definir uma norma de limpeza para essa zona do posto de trabalho.

Nesta fase foi implementada uma renovada mentalidade de trabalho em que cada trabalhador passa a ser responsável pela limpeza do local de trabalho, não deixando tudo para o cuidado das empresas de limpeza contratadas. Desta forma o local de trabalho estará sempre limpo, atingindo assim melhores níveis higiene, saúde e segurança.

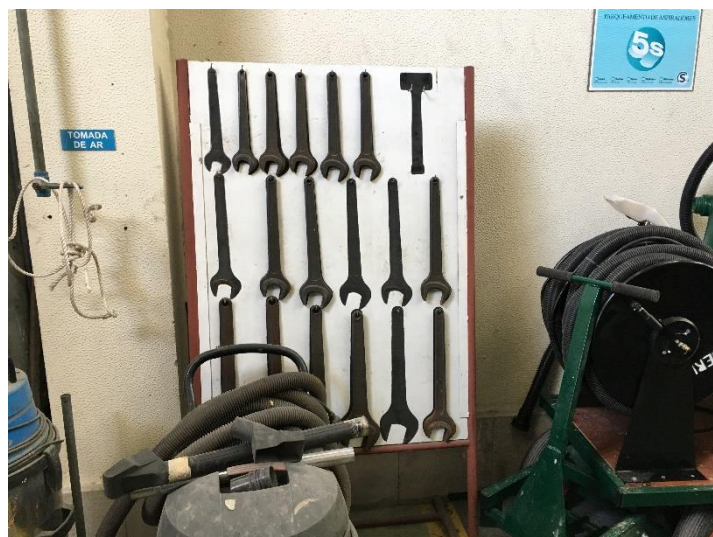


Figura 3.25 - Arrumação das ferramentas por tamanho

4. **Seiketsu (sentido de normalização)** - deve ser definida uma norma geral de arrumação e limpeza para os postos de trabalho e identificadas as ajudas visuais e procedimentos que resultem. Todos os postos de trabalho do mesmo tipo devem ter uma arrumação uniformizada.

Como se pôde observar nos segmentos anteriores o sentido de normalização já está aplicado em todo o departamento de manutenção. O **Seiketsu** ajuda simplesmente a prevenir os velhos hábitos dos trabalhadores em relação a estes temas, aplicando para isso certas ajudas visuais e procedimentos, tais como as linhas que delimitam o espaço das arrumações e os espaços pintados atrás das ferramentas. Estas técnicas são sem dúvida essenciais para manter uma ordem organizada dos materiais/ ferramentas e condições gerais da oficina.

5. **Shitsuke (sentido de autodisciplina)** - tem como objetivo praticar os princípios de limpeza, sistematização e organização de forma a eliminar a variabilidade. Devem ser estabelecidos procedimentos de controlo visual e deve ser verificado se as ações e inspeções estão a ser realizadas corretamente, deve-se verificar se tudo está no lugar correto e devem ser verificadas as limpezas. Por último deve-se desenvolver um sistema do tipo *checklist* e de ajudas visuais.

Esta metodologia fundamenta todas as outras apresentadas, visto ser a aquisição de um sentido de autodisciplina relativamente a todas as outras ferramentas, por parte dos trabalhadores. No entanto, é precisamente nesta metodologia que os trabalhadores da Fertagus mais encontram dificuldades, dado que não existe um controlo periódico nem nenhum sistema do tipo *checklist* de forma a que tenham conhecimento do que estão a fazer bem ou mal, do que se possam ter esquecido ou também do retorno de antigas más práticas. Assim sendo, e neste aspeto em particular, os coordenadores da Fertagus poderiam iniciar algum tipo de controlo sobre os trabalhadores e a uniformizar todas as práticas de limpeza e organização que estão a tentar implementar, de forma a que os trabalhadores possam ter conhecimento dos ganhos efetivos que estas ferramentas lhes podem proporcionar, facilitando assim as suas rotinas diárias.

4. Identificação de problemas e propostas de melhoria

O presente capítulo irá incidir sobre a identificação dos problemas encontrados ao longo do estudo, com base nas técnicas de *Brainstorming*, inquéritos e observação direta dado que no seu seguimento irão ser propostas algumas soluções para os mesmos.

4.1 Identificação de problemas

Após a análise dos procedimentos praticados pela Fertagus ao longo das suas operações, foi possível proceder à identificação de problemas, utilizando para tal diversas técnicas, de forma a que se pudesse traduzir os problemas aparentes em verdadeiras causas raiz.

4.1.1 Observação direta

Segundo Quivy & Campenhoudt (2003) o método de observação direta é um dos poucos métodos utilizados na investigação social que permite captar comportamento no momento em que este é produzido, permitindo ao investigador compreender a situação que está a ser descrita e até mesmo intervir nela. Trata-se de uma metodologia que possibilita analisar comportamentos espontâneos e perceber de modo não verbal o que esses comportamentos revelam.

A observação direta também pode ser dividida em dois tipos. Assim, consoante o grau de envolvimento do observador, este método pode ser considerado como observação participante, que ocorre quando o observador se torna parte da situação que está a observar e que pode, por isso, gerar hipóteses de resolução do problema a investigar. Por outro lado a observação não participante, que ocorre quando o investigador não se envolve na situação que está a observar, não interagindo, nem afetando o objeto de observação apresenta para o observador a vantagem de poder analisar uma situação como ela realmente ocorrer, mas também a desvantagem de nem sempre se poder efetuar, para além do facto de que lhe fica vedado o acesso a dados que poderão eventualmente ser relevantes para o estudo que pretende levar a cabo (Quivy & Campenhout, 2003).

Durante o estudo do autor, realizado nas instalações da Fertagus, foi possível, através da observação direta, detetar e identificar os seguintes problemas:

- Más condições físicas no local de trabalho. Foi observado que os trabalhadores tinham de levar a cabo as suas tarefas, muitas vezes em posições desagradáveis, nomeadamente ter que trabalhar agachado ou de joelhos a limpar as catenárias, vulgo "antenas" e na inspeção por baixo do comboio não há espaço para o fazer em pé pelo que se tem que fazer toda a operação ao longo do comboio agachado;

- Grande distância entre as áreas onde estão a ser efetuadas as operações e os armazéns onde se encontram armazenadas as peças suplentes para estas mesmas operações;
- Falta de padronização dos processos. Os operários que realizam certas funções trocam todos os dias de funções;
- Falta de padronização no processo em si. Todos os dias o modo como a operação das ETS (Ensaio e Trabalhos Sistemáticos) era executada mudava. Havia cerca de 6 posições para as ETS e não foram observadas duas operações idênticas;
- Falta de cumprimento de horários. As pausas eram muito prolongadas e em tempos incertos. Por vezes um operador que decidisse fazer uma pausa maior conseguia parar 2 ou 3 pessoas que dele dependessem;
- Falta de gestão visual. Os operários despendiam muito tempo a abrir compartimentos para tirar medidas quando um vidro transparente na porta dos compartimentos poderia resolver esse problema.
- Falta de arrumação e de limpeza geral.

4.1.2 *Brainstorming*

O *brainstorming*, técnica que foi descrita em pormenor em subcapítulo próprio mais atrás, constitui uma ferramenta importante para identificar problemas e apresentar soluções para os mesmos.

No entanto, para que exista uma sessão de *brainstorming* bem-sucedida, é importante que se encontre reunido um conjunto de condições, nomeadamente a nível de objetivos, organização de atividades e intervenções, composição do grupo, participação cooperante, e outras que foram descritas em detalhe em seção própria.

No caso das sessões de *brainstorming*, quer formais, quer informais, que foram efetuadas com os trabalhadores da empresa, durante o tempo em que decorreu o estudo do autor, as mesmas não resultaram na apresentação de problemas ou soluções concretas e relevantes, provavelmente por falta de experiência na realização das mesmas, pelo que a falta de prática influenciou de forma negativa a participação dos trabalhadores.

Verificou-se que os trabalhadores adotaram uma postura reservada e pouco cooperante, possivelmente por falta de incentivo para apresentarem as suas ideias ou por receio de que a denúncia de problemas que tivessem identificado fosse objeto de críticas, quer por parte de colegas, quer por parte de superiores hierárquicos

4.1.3 Inquéritos

O inquérito constitui uma ferramenta de investigação que utiliza processo de recolha sistemática de dados com vista a dar resposta a um determinado problema. Para a sua aplicação recorre-se geralmente a questionários compostos por uma série de perguntas entregues a uma amostra representativa do grupo que se pretende estudar. Após o seu preenchimento pelos elementos que integram a amostra selecionada, procede-se à recolha dos dados, os quais são geralmente de fácil tratamento, já que as respostas, particularmente aquelas que são dadas a perguntas fechadas, podem ser facilmente quantificadas através da análise estatística (Almeida & Pinto, 1995).

Para este estudo recorreu-se à elaboração de questionários (Anexo1) onde foram colocadas algumas perguntas aos trabalhadores, sugerindo-se no final que enunciassem três problemas que tivessem encontrado, que considerassem relevantes e cuja solução poderia eventualmente corresponder a uma melhoria para o funcionamento do departamento.

Após recolha e seleção dos problemas enunciados pelos trabalhadores, foi possível identificar aqueles que podem ser considerados como os mais significativos:

- Falta de trabalhadores;
- Falta de coordenadores. Como há poucos trabalhadores os coordenadores não conseguem prestar atenção às funções dos outros e têm que fazer trabalho por eles;
- Tempo limitado para realizar operações. Dado que os comboios têm que estar a trabalhar nas horas de ponta;
- Falta de vontade da organização em implementar certas melhorias fundamentais;
- Novos horários rotativos e com obrigatoriedade de fins-de-semana originaram insatisfação/desmotivação e mesmo greves.

4.2 Análise e triagem dos problemas identificados

Após a recolha dos elementos obtidos através do recurso às técnicas enunciadas acima, foi possível identificar diversos problemas e oportunidades de melhoria. Verificou-se também a necessidade de realização de uma análise e triagem dos problemas identificados visto que por vezes o mesmo problema foi descrito por diferentes palavras e outros problemas referem-se aos efeitos e não às suas causas, havendo necessidade de apuramento das causas primárias dos mesmos. Assim, foram construídos os diagramas de Ishikawa para as situações em dúvida.

A **Figura 4.1** ilustra um exemplo referente à falta de padronização de processos.

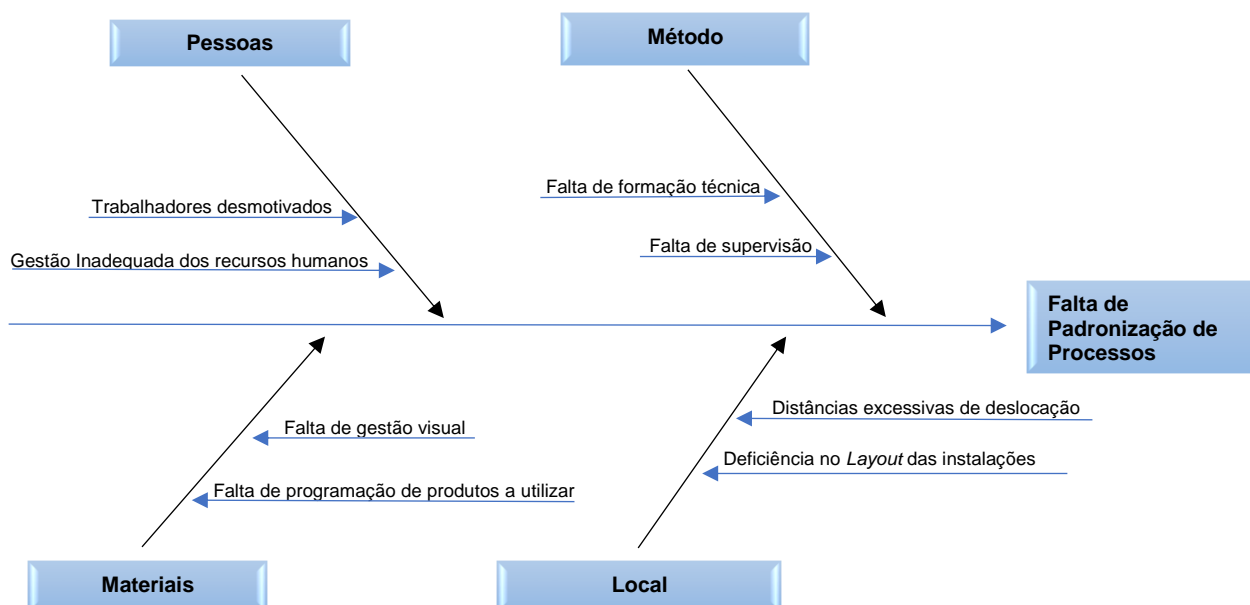


Figura 4.1– Aplicação do diagrama de Ishikawa

A **Tabela 4.1** contém os problemas e as respetivas causas que foram identificados e esclarecidos pelos diagramas de Ishikawa.

Tabela 4.1 - Problemas identificados e respetivas causas

Efeitos identificados	Causas
Más condições físicas no local de trabalho	Deficiência no desenho do <i>Layout</i> das instalações
Número insuficiente de elementos na equipa de manutenção	Gestão inadequada dos recursos humanos
Incumprimento de horários	Supervisão inadequada ou insuficiente
Tempos de operações	Programação inadequada dos tempos de operação
	Falta de formação técnica
Troca de funções dos operários	Falta de padronização dos processos
Tempo despendido na substituição de componentes	Distância entre local de armazenamento e de manutenção
	Falta de gestão visual

Com vista ao estabelecimento de uma priorização dos problemas identificados e analisados procedeu-se à aplicação do diagrama de Pareto. A **Tabela 4.2** ilustra a análise da frequência com que os problemas foram referidos nos inquéritos.

Tabela 4.2 - Frequência dos problemas identificados

Problemas Identificados	Total de respostas	Frequência Relativa %	Frequência Relativa Acumulada %
1.Gestão inadequada de recursos humanos	19	31,67	31,67
2.Falta de coordenação	12	20,00	51,67
3.Tempo limitado para operações de manutenção	9	15,00	66,67
4.Carga horária	6	10,00	76,67
5.Deficiência no desenho do <i>Layout</i> das instalações	1	1,66	78,33
6.Deslocações desnecessárias	1	1,66	79,99
7.Falta de padronização dos processos	1	1,66	81,65
8.Desorganização na distribuição das tarefas	1	1,66	83,31
9.Falta de vontade para implementação de melhorias essenciais	1	1,66	84,97
10.Falta de gestão visual	1	1,66	86,63
11.Remuneração adequada à função exercida	1	1,66	88,29
12.Falta de espaço	1	1,66	89,95
13.Planificação inadequada das reparações	1	1,66	91,61
14.Programação inadequada dos tempos de operação	1	1,66	93,27
15.Falta de reconhecimento das capacidades dos técnicos	1	1,66	94,93
16.Supervisão inadequada ou insuficiente	1	1,66	96,59
17. Falta de formação	1	1,66	98,25
18. Distância entre local de armazenamento e de manutenção	1	1,66	100
Total	60	100,00	

Assim, e com base nos resultados apresentados na **Tabela 4.2**, procedeu-se à construção do respetivo Diagrama de Pareto - **Figura 4.2** - onde é possível verificar que, do total de problemas identificados, quatro deles são os que são apontados com maior frequência, constituindo, portanto, os principais problemas que foram identificados através dos inquéritos, para os quais urge procurar uma solução.

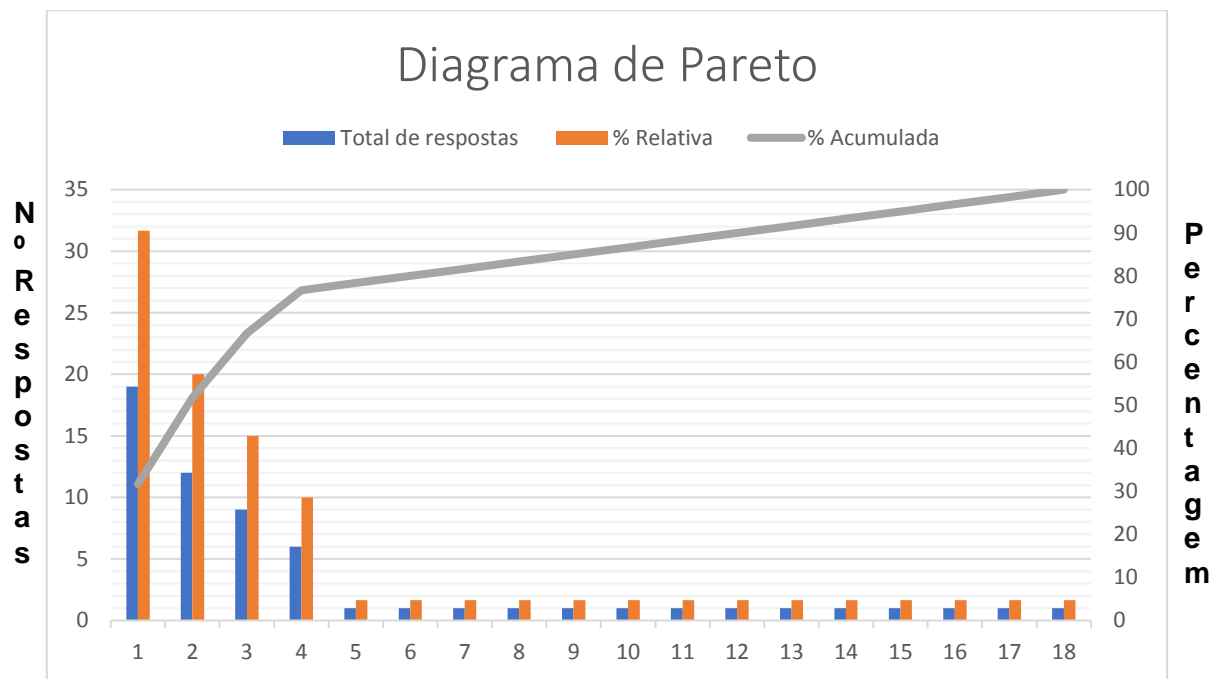


Figura 4.2 - Diagrama de Pareto

Foi igualmente utilizada a ferramenta dos 5 porquês de forma a se conseguir apurar a verdadeira causa para o problema descrito como “falta de espaço”, como se pode visualizar na **Tabela 4.3**.

Tabela 4.3 – Aplicação dos 5 Porquês

Perguntas	Respostas
Porque existe falta de espaço?	Porque não existe espaço de manobra de veículos.
Porque não existe espaço de manobra de veículos?	Porque as vias de circulação estão obstruídas.
Porque é que as vias de circulação estão obstruídas?	Porque as plataformas para entrar nas UQE estão no meio das vias.
Porque é que as plataformas estão no meio?	Porque não têm rodas para se deslocar.

Utilizando o método dos 5 Porquês foi então possível transformar o que era uma reclamação generalista e dúbia numa verdadeira causa única para esta. Assim sendo apurou-se que o motivo pelo qual existia uma falta de espaço era por algumas das plataformas utilizadas não terem um meio de deslocação.

Desta forma, os problemas que são considerados os mais importantes são:

- Número insuficiente de elementos nas equipas de manutenção;
- Falta de coordenação;
- Tempo limitado para operações de manutenção;
- Carga horária, nomeadamente horários rotativos e a obrigatoriedade de trabalhar aos fins-de-semana.

Como é possível observar no Diagrama de Pareto, as principais causas de problemas e insatisfação sentidas na oficina de manutenção da Fertagus são relacionadas com fatores humanos, sendo que o “número insuficiente de elementos nas equipas de manutenção”, “falta de coordenação”, “tempo limitado para operações” e “carga horária” perfazem 76,67% dos problemas relatados.

O diagrama de Pareto é uma ferramenta de apoio à tomada de decisão, porém as decisões tomadas devem refletir também outras técnicas como por exemplo *brainstorming* e observação direta. Por observação direta e por *brainstorming* com o diretor e coordenadores, pessoas mais instruídas e experientes de entre os inquiridos, e dado que nem sempre existe a possibilidade de agradar aos técnicos da linha proporcionando-lhes mais auxílio a nível de recursos humanos, a prioridade foi atribuída à resolução de problemas mais técnicos.

Assim sendo, ficou definido que os problemas que necessitavam de uma maior intervenção eram:

- Falta de padronização nos processos dos ETS. Diariamente os operadores que trabalham neste tipo de intervenção trocam de posições e, ainda que o trabalhador a efetuar o procedimento seja sempre o mesmo, a execução da tarefa em causa não obedece a um procedimento uniformizado;
- Más condições físicas no trabalho. Nas operações dos ETS é necessário fazer uma inspeção visual por baixo das UQE, o que implica os técnicos andarem agachados a distância equivalente ao comprimento do comboio todo.
- É igualmente urgente resolver o problema de limpeza nas catenárias visto que os trabalhadores realizam esta tarefa de joelhos no chão, agravado pelo facto de a realização da tarefa ter uma duração temporal elevada, o que se traduz numa maior sujeição do colaborador a um ambiente de trabalho com condições adversas;
- Distância excessiva entre armazéns e local onde se realizam as operações. Assim sendo, despende-se ineficientemente muito tempo útil a ir buscar peças novas para se poder proceder

à substituição;

- Sendo as ETS operações de manutenção preventiva, existem certas peças e componentes já com um prazo de vida definido. No entanto, existem casos em que não se pode estimar o tempo de vida de certos componentes pois dependem em excesso de fatores como o modo de condução do motorista da UQE ou mesmo fatores externos como as condições meteorológicas;
- Falta de gestão visual. Em muitas das intervenções é necessário proceder à visualização de manómetros escondidos atrás de painéis e proceder à limpeza de sistemas de ar-condicionado. Tais instrumentos e condutas poderiam ser de mais fácil acesso visto que é necessário retirar painéis inteiros das UQE de forma a se conseguir realizar as operações;
- Falta de arrumação geral e obstrução das vias utilizadas para circulação de veículos;
- Falta de aplicação dos procedimentos de segurança.

4.3 Descrição dos problemas identificados

Neste subcapítulo serão analisados em maior detalhe os problemas identificados acima referidos, com o objetivo de se criar contexto para a resolução dos mesmos.

4.3.1 Falta de padronização nos processos dos ETS

Atualmente a empresa executa operações de ETS a todas as suas UQE ao longo do mês, sendo que em média são feitas duas por dia. Dada a falta de recursos humanos, estas operações são feitas em média dois dias a cada semana do mês, sendo desta maneira suficiente para que se consiga rever as condições gerais de todos os veículos todos os meses.

Como foi referido anteriormente, as operações sofrem múltiplos problemas como a falta de padronização dos processos, fator que influencia em grande medida a produtividade total demonstrada pelos trabalhadores. Relativamente a esta questão há duas partes consideradas em falta, sendo que há responsabilidades em falha tanto da parte da empresa como dos trabalhadores.

Responsabilidades da empresa em falha:

- Falta de monitorização dos trabalhadores devido à falta de coordenadores. Dada à falta de recursos humanos na empresa e à sua gestão ineficiente, os coordenadores, que deviam estar alocados a certas posições fixas dentro do armazém, operam como trabalhadores regulares, preenchendo lacunas deixadas por uma gestão geral inadequada. Esta situação cria não só um mau estar entre os trabalhadores, dado não terem acompanhamento e auxílio, como cria também uma sensação de falta de supervisão que deixa os trabalhadores a operar com muito

baixa produtividade.

- Falta de formação. A falta de formação dada aos trabalhadores é notória dentro da empresa visto que estes operam de modos diferentes e a seu próprio tempo. Devido a esta falta de formação nota-se que cada trabalhador realiza as suas funções de maneira diferente do anterior, passando também maus hábitos a quem tenha entrado recentemente na empresa.
- Falta de estabelecimento de documentos de controlo internos e procedimentos padrão. Apesar da empresa ter de facto documentos de controlo, onde os trabalhadores devem indicar certos valores e medições retiradas ao longo das operações, o preenchimento não tem sido feito adequadamente, não havendo padrões nem controlo sobre a sua execução. Isto implica que não só os dados inseridos nestes formulários sejam medidos de maneiras diferentes, e por vezes erradas, como também não são estabelecidos procedimentos para a ordem com que estas operações deverão ser realizadas. Tais documentos podem ser visualizados no **Anexo A)**.
- Falta de estabelecimento de objetivos. Ao longo do estudo foi observada uma notória falta de objetivos e cumprimento de prazos, que resulta parcialmente da insuficiência de colaboradores em posições de supervisão, que estabeleçam metas e objetivos e motivem os trabalhadores a cumpri-los.

Responsabilidades dos trabalhadores em falha:

- Tempos de paragens não programadas muito significativos. Os trabalhadores da empresa tomam a liberdade de fazer pausas fora dos períodos próprios para o efeito, atrasando assim as operações de um modo geral, tal como também atrasando colegas que precisem do seu auxílio de forma a prosseguirem com as suas funções. Esta atitude demonstrada por diversos trabalhadores não só tem um efeito negativo na sua própria produtividade, como também se reflete na produtividade de trabalhadores que não tenham incorrido na mesma atitude.
- Falta de motivação. Os trabalhadores foram por múltiplas ocasiões observados a repousar dentro das UQE dentro dos horários de trabalho, para além das excessivas pausas que tomam. Esta atitude é reforçada por uma falta de controlo evidente, tal como foi referido anteriormente, e também por se encontrarem desmotivados com a empresa e com o seu trabalho. Esta falta de motivação também justifica a necessidade de melhorar a sua produtividade, através de melhorias de processos.

- **Processo dos ETS**

Após observação direta foi possível identificar as *key positions* das operações das ETS de forma a que fosse possível simplificar todo o processo e englobá-lo como um todo. Estas operações foram definidas após observação dos trabalhadores, de forma sistemática e continuada, para que a informação sobre as posições fosse o mais fidedigna e correspondente com a realidade possível. Através de observação direta e de medição de tempos que em média cada operação demorava foi possível determinar as seguintes estações de trabalho:

- **Lateral das UQE:** operações realizadas nas duas laterais das UQE que tem como objetivo fazer uma verificação visual aos componentes e reparar ou trocar equipamentos que estejam em fim de ciclo de vida. O local da operação **lateral das ETS** pode ser verificado na **Figura 4.3**.



Figura 4.3 - Local da operação lateral das ETS

- **Troca de filtros dos aparelhos de ar condicionado:** operação também realizada nas laterais das UQE em que se trocam os filtros dos aparelhos de ar condicionado das cabines de passageiros e das máquinas de refrigeração dos equipamentos interiores. O local da operação de troca de filtros pode ser visualizado na **Figura 4.4**.



Figura 4.4 - Local das operações de troca de filtros

- **Baixo das UQE:** operação realizada por baixo das UQE, com o objetivo de fazer inspeção visual a todos os componentes por baixo das locomotivas e trocar todos os componentes em fim de ciclo de vida. Exemplos do local onde se realizam as operações de baixo das UQE podem ser visualizados nas **Figuras 4.5 e 4.6**.

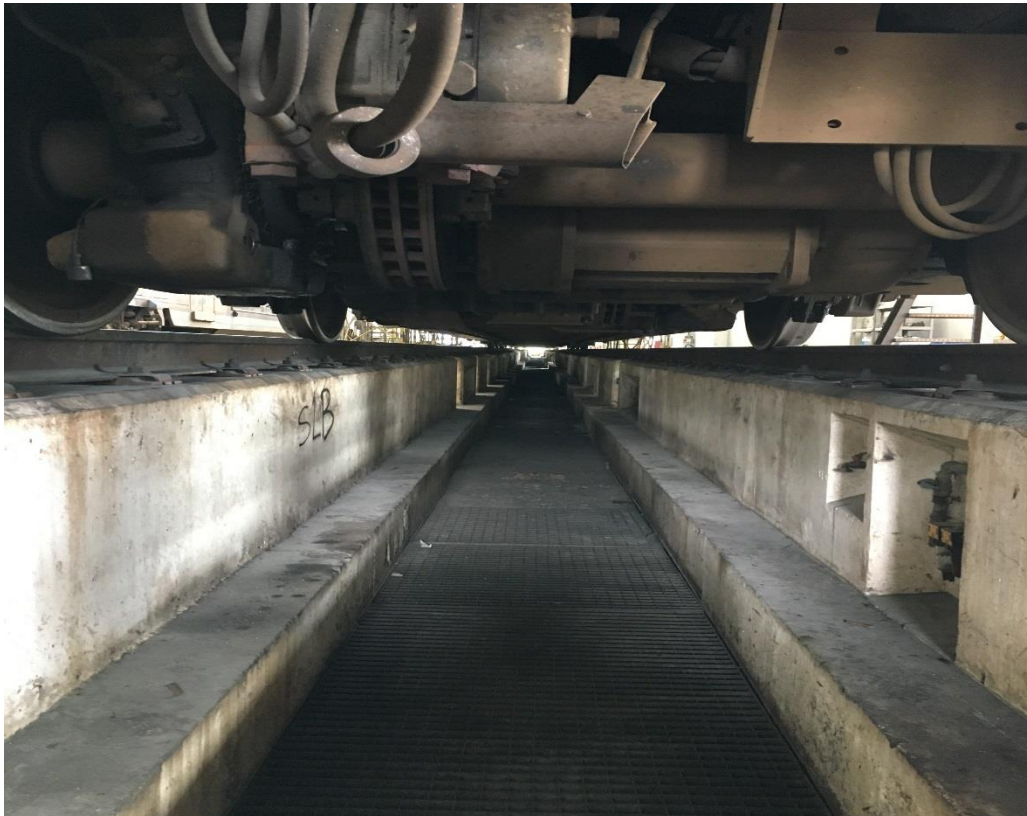


Figura 4.5 - Exemplos do local onde se realizam as operações de baixo das UQE (1)



Figura 4.6 - Exemplos do local onde se realizam as operações de baixo das UQE (2)

- **Limpeza de antenas das UQE:** operação realizada no topo das UQE de forma a se fazer a limpeza de componentes das antenas e substituição das escovas que ligam às catenárias. O local das operações de limpeza das antenas das UQE pode ser observado na **Figura 4.7**.



Figura 4.7 - Local das operações de limpeza das antenas das UQE

- **Interior das UQE:** operações realizadas no interior das UQE onde são verificadas luzes, rádio, controlos, portas, sistemas de ar condicionado, altifalantes, entre outros. O local onde se realizavam algumas das operações no interior das UQE pode ser visualizado na **Figura 4.8**.



Figura 4.8 - Local onde se realizam algumas das operações no interior das UQE

Após uma análise aprofundada de todas as posições dos ETS e sessões de *Brainstorming* com coordenadores e diretor, foi definido focar nas **operações exteriores** pois apresentavam maiores variações nos procedimentos. Nestas operações foram verificados desvios significativos diários em relação aos dias anteriores, o que causava uma diferença de tempos e de produtividade registados, especialmente porque, ao contrário das intervenções no interior das UQE que só requeriam dois trabalhadores, estas requeriam quatro. Nestas intervenções, devido à falta de técnicos e gestão inadequada dos mesmos, por vezes as atividades que deviam ser executadas por quatro técnicos eram alocadas a dois ou três colaboradores.

4.3.2 Más condições físicas no trabalho

Após observação direta foi possível identificar as posições dentro dos ETS em que existiam más práticas de trabalho, tanto por falta de formação como por falta de condições das instalações. Tais condições prejudicam a produtividade dos trabalhadores e foi observado alguns colaboradores com idade mais avançada a recusar operar nestas condições.

As operações assinaladas como tendo más condições físicas e más práticas de trabalho são:

- **Baixo das UQE.** Nestas operações, e como já foi referido anteriormente, o operador percorria por baixo das UQE todas num recorte desenhado no chão e por baixo dos carris. Esta operação é extremamente complicada dado que o comprimento das locomotivas e vagões são elevados e desde o chão até ao fundo das UQE existem cerca de 1,5 metros de distância. Toda a operação era realizada com o operador agachado, tendo mesmo que colocar os joelhos no chão quando era observado algum problema que necessitasse de correção.
- **Limpeza de antenas das UQE.** Estas operações eram realizadas no topo das UQE, sendo que havia necessidade de limpeza das antenas regularmente de forma a que não houvesse propagação de eletricidade para os vagões de passageiros. Esta operação era realizada em dois dos vagões de cada comboio da Fertagus e era executada por dois trabalhadores. Ao longo do procedimento os operários tinham que passar óleo e limpar com panos os resíduos secos que se tinham acumulado nestes materiais. É um processo moroso e desconfortável visto que os funcionários se mantinham a duração do procedimento inteiro de joelhos no topo da UQE.

4.3.3 Distância excessiva entre armazéns e local das operações

Ao longo do estudo foi possível observar uma falta de produtividade gerada pelas distâncias excessivas que os trabalhadores teriam que percorrer ao longo das suas operações. Sendo que a linha utilizada para as operações das ETS era a terceira e última dentro do armazém, no lado oposto aos armazéns de grandes e pequenos componentes, verifica-se que existe uma grande distância entre o local das operações e o sítio onde são guardadas as peças essenciais para o seu cumprimento.

Adicionalmente, foi verificado que para além das distâncias excessivas, existe também a questão de muitas vezes os operadores terem que cruzar as linhas dos outros comboios, que caso estivessem presentes em operações de manutenção, ter-se-ia que entrar dentro destes de forma a chegar aos armazéns. Esta situação adicional faz não só com que os percursos não possam ser executados em linha reta como também se teria que subir e descer escadas feitas especialmente para se entrar nos comboios (que não existiam em todas as portas das UQE), criando assim percursos ainda mais imprevisíveis. Um exemplo em que as três linhas do armazém estão ocupadas e é necessário passar por duas linhas de forma a se poder aceder aos armazéns pode ser visto na **Figura 4.9**.



Figura 4.9 - Exemplo da dificuldade em aceder aos armazéns

4.3.4 Falta de arrumação e obstrução das vias utilizadas para circulação

Apesar de existir um esforço da parte da gestão na implementação de melhorias no sentido da arrumação e desobstrução de vias, tal como é o caso da implementação da filosofia *Lean* e da sua ferramenta 5S, já referida anteriormente, existem claras evidências de que o esforço dos colaboradores neste sentido não é muito notório. Seja tanto pela falta de coordenação e supervisão ou pela falta de procedimentos padrão, existe uma quantidade considerável de obstáculos à movimentação de pessoas ou veículos. Tais obstáculos condicionam em grande medida a produtividade da oficina e o fluxo das operações. Na maioria dos casos a falta de arrumação prende-se com o esquecimento ou desinteresse pelas regras do 5S, como se pode observar na **Figura 4.10**, e noutros casos prende-se com estruturas de difícil deslocação que apoiam as operações de manutenção das UQE, como se pode observar na **Figura 4.11**.



Figura 4.10 - Exemplo de falta de arrumação

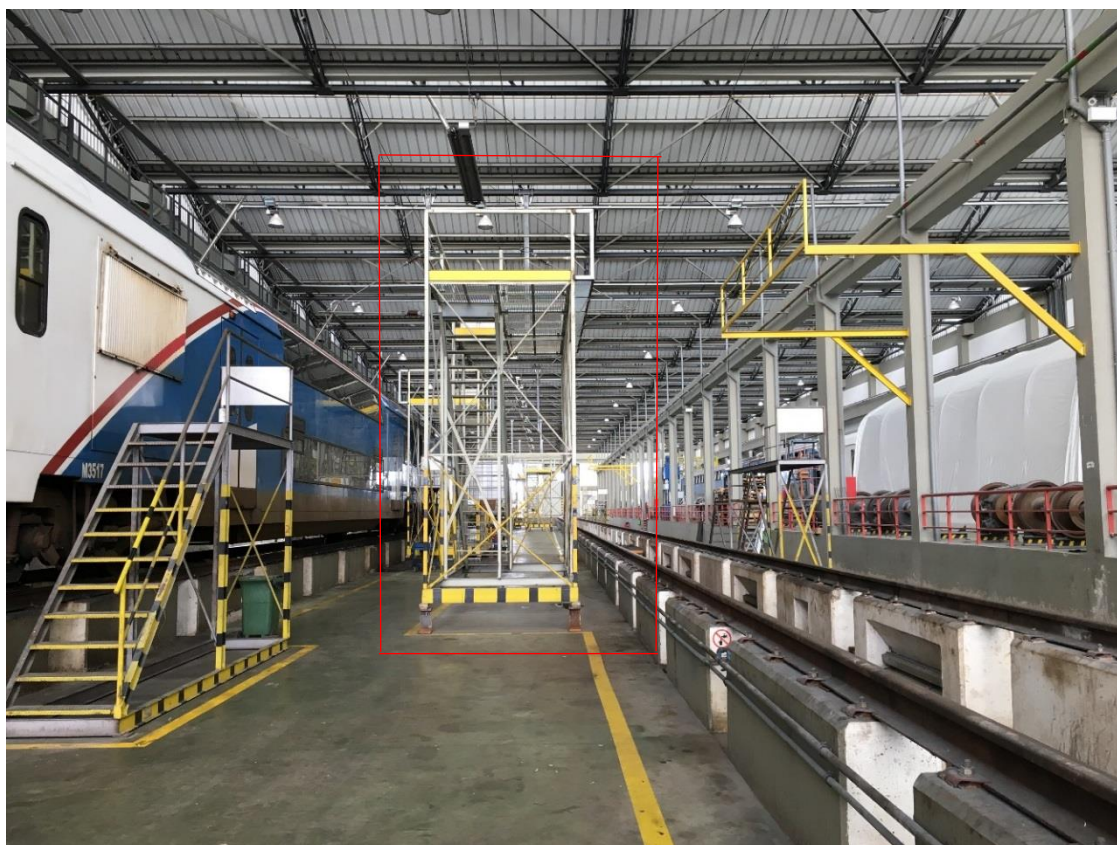


Figura 4.11 - Exemplo de obstrução das vias utilizadas para circulação

4.3.5 Falta de gestão visual

A gestão visual está presente em quase todas as máquinas e equipamentos da empresa, no entanto nas operações dos ETS foi verificado que nas operações no interior das UQE esta é praticamente inexistente. Os procedimentos e medições a seguir dentro da UQE obriga os operadores a retirarem grandes compartimentos que requerem trabalhadores e ocupam espaço, de forma a que se consiga aceder a valores de certos aparelhos de medição e seja possível realizar procedimentos de manutenção. Tais compartimentos encontram-se atrás dos painéis possíveis de observar nas **Figuras 4.12 e 4.13**.



Figura 4.12 - Falta de gestão visual



Figura 4.13 - Outro exemplo de falta de gestão visual

4.3.6 Falta de aplicação de procedimentos de segurança

Apesar de existirem procedimentos de segurança definidos e instruções para o uso dos EPI (**Anexo C**), os trabalhadores, seja por falta de monitorização ou por considerarem não existir necessidade para tal, geralmente não os utilizam. Tal situação não pode ser considerada normal pela empresa dado que em ambientes industriais, e não só, o risco está sempre presente. A responsabilidade pela segurança e saúde dos trabalhadores é exclusivamente da empresa e esta deve tomar atenção a estes comportamentos pois comprometem as suas ações tanto no presente como no futuro. A empresa tem implementado o uso adequado de capacetes, botas de proteção, luvas, cintos de pesos e arneses para operações em altura. Pelo que foi observado, os únicos EPI utilizados foram as botas de proteção e os capacetes, utilizados somente quando os trabalhadores sentiam necessidade para tal. Tais procedimentos de segurança podem ser observados na **Figura 4.14**.

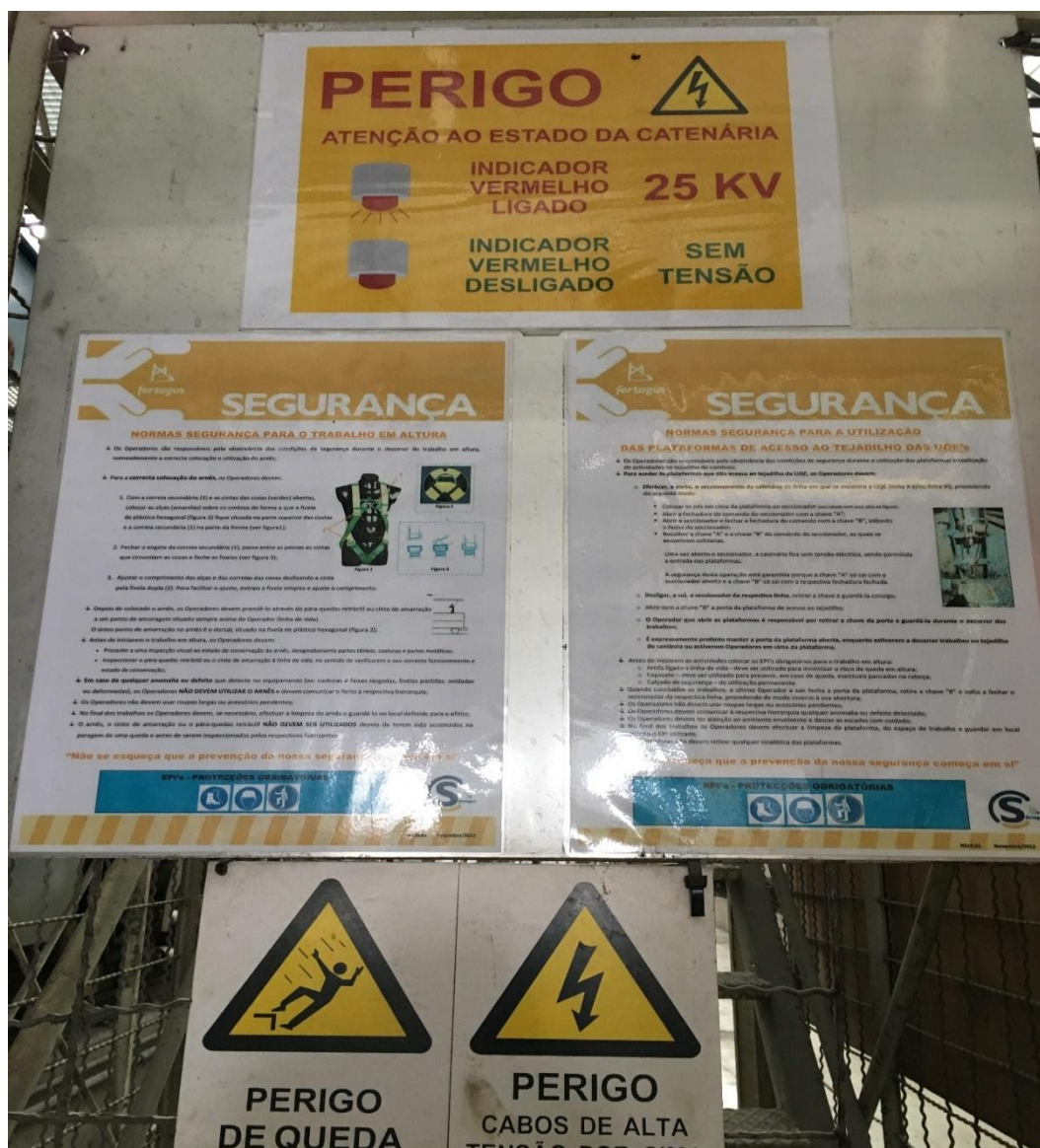


Figura 4.14 - Procedimentos de segurança

4.4 Propostas de melhoria

O presente subcapítulo irá incidir nas propostas de melhoria para os problemas acima descritos. As propostas de soluções foram elaboradas através da aplicação da filosofia *Lean*, tendo como objetivo a redução dos tempos dos processos de manutenção, as paragens das UQE e também obter um aumento da eficiência, melhor organização e gestão da manutenção.

4.4.1 Padronização nos processos das ETS

Dado que a questão mais problemática se prende com a falta de padronização nas operações dos ETS, reduzindo a eficiência do processo e do departamento em geral, torna-se assim necessário atuar com maior urgência e com maior eficácia sobre este problema. Assim sendo, é imperativo formular uma solução que permita à empresa melhorar o desempenho destes processos, ou seja, garantir que a disponibilidade dos recursos humanos aumente substancialmente de forma a serem utilizados noutro tipo de operações. Dado isto, e após sessões de *Brainstorming* com o diretor e coordenadores das operações dos ETS, ficou definido que, para resolver esta situação em concreto, os pontos a melhorar e os esforços se deveriam concentrar em:

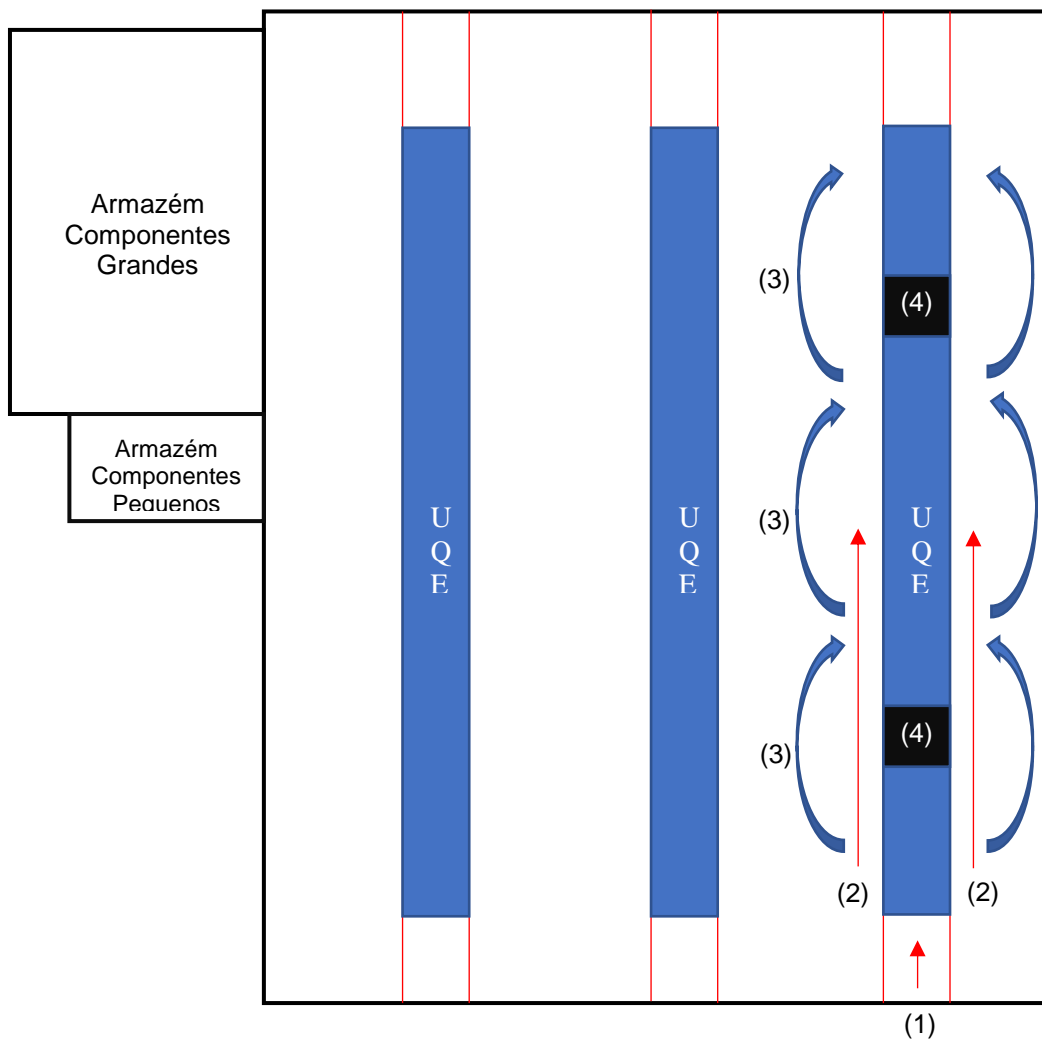
- Diminuição dos tempos de paragem dos trabalhadores;
- Aumento da produtividade;
- Criação de procedimentos para os processos de manutenção;
- Cumprimento dos objetivos estipulados.

O principal objetivo com a resolução desta problemática será aumentar a produtividade destes processos de forma a que se consiga reduzir o número de trabalhadores necessários para estas operações, dado o mesmo espaço de tempo, ou então reduzir o tempo das operações em si de forma a que se consigam realizar mais operações de ETS diariamente.

Na medida em que os problemas “Diminuição dos tempos de paragem dos trabalhadores” e “Cumprimento dos objetivos estipulados” apresentam um teor predominantemente relacionado com a gestão de recursos humanos, não cabe nesta sede analisar em profundidade os mesmos sendo que o enfoque será dado às questões de caráter técnico.

4.4.1.1 Criação de procedimentos para os processos de manutenção

Dado que a maior problemática das operações dos ETS se prende com a falta de padronização do processo, é imperativo criar procedimentos padrão. O objetivo destes padrões é o de diminuir a variação com que as operações são realizadas de forma a se entender especificamente quais são as operações que necessitam de mais ou menos trabalhadores alocados. De forma a se ter melhor compreensão das deslocações dos trabalhadores ao longo destas operações, foi criada uma planta do armazém onde são identificadas as linhas que as UQE utilizam, os armazéns de grandes e pequenas peças e os locais de início de cada uma das operações previamente explicadas. A descrição dos movimentos das operações pode ser visualizada na **Figura 4.15**.



- (1) Procedimento a efetuar por baixo da UQE
- (2) Procedimento a efetuar na lateral da UQE
- (3) Troca de filtros de ar condicionado, 4 ao longo de cada lateral da UQE
- (4) Limpeza das antenas da UQE

Figura 4.15 – Movimentos das operações dos ETS

Após se compreender o *layout* do armazém e a localização inicial dos procedimentos efetuados nos ETS, pode-se então criar um planeamento padrão para as operações praticadas.

Por observação direta e contagem de tempos foi observado que, operando 4 trabalhadores, o procedimento padrão deveria ser o seguinte:

- i. 1 operador inicia o processo por baixo da UQE (equivalente ao ponto (1));
- ii. 1 operador inicia o processo de limpeza das antenas da UQE (equivalente ao ponto (4)), sendo o responsável pelo transporte dos materiais necessários à operação, inclusive os filtros a serem utilizados pelos operadores que realizam as tarefas (2) e (3);
- iii. 2 operadores iniciam o processo nas laterais da UQE (equivalente aos pontos (2) e (3)).

Este procedimento padrão é tido como o melhor pois reduz o excesso de distâncias percorridas pelos trabalhadores e cria um melhor auxílio entre eles, não deixando nenhum operário sozinho durante um grande período de tempo.

- i. Dada a operação por baixo das UQE a menos exigente de todas, relativamente à duração, quando este operador a termina ele irá auxiliar o trabalhador que estará a limpar as antenas do comboio;
- ii. Dada a duração elevada desta operação, este trabalhador irá levar os materiais necessários para as antenas e iniciar a operação até à chegada do primeiro operador;
- iii. Quando os dois operadores que iniciam a operação de verificação das laterais da UQE terminam esta operação, poderão então começar o caminho inverso, realizando a operação de troca de filtros de ar condicionado. Esta operação de troca dos filtros tem mais lógica de ser realizada no sentido inverso ao inicial pois os contentores onde os filtros utilizados são deixados ficam perto de onde se iniciam as operações todas.

Assim sendo, as operações teriam o seguimento dado pela **Figura 4.16**.

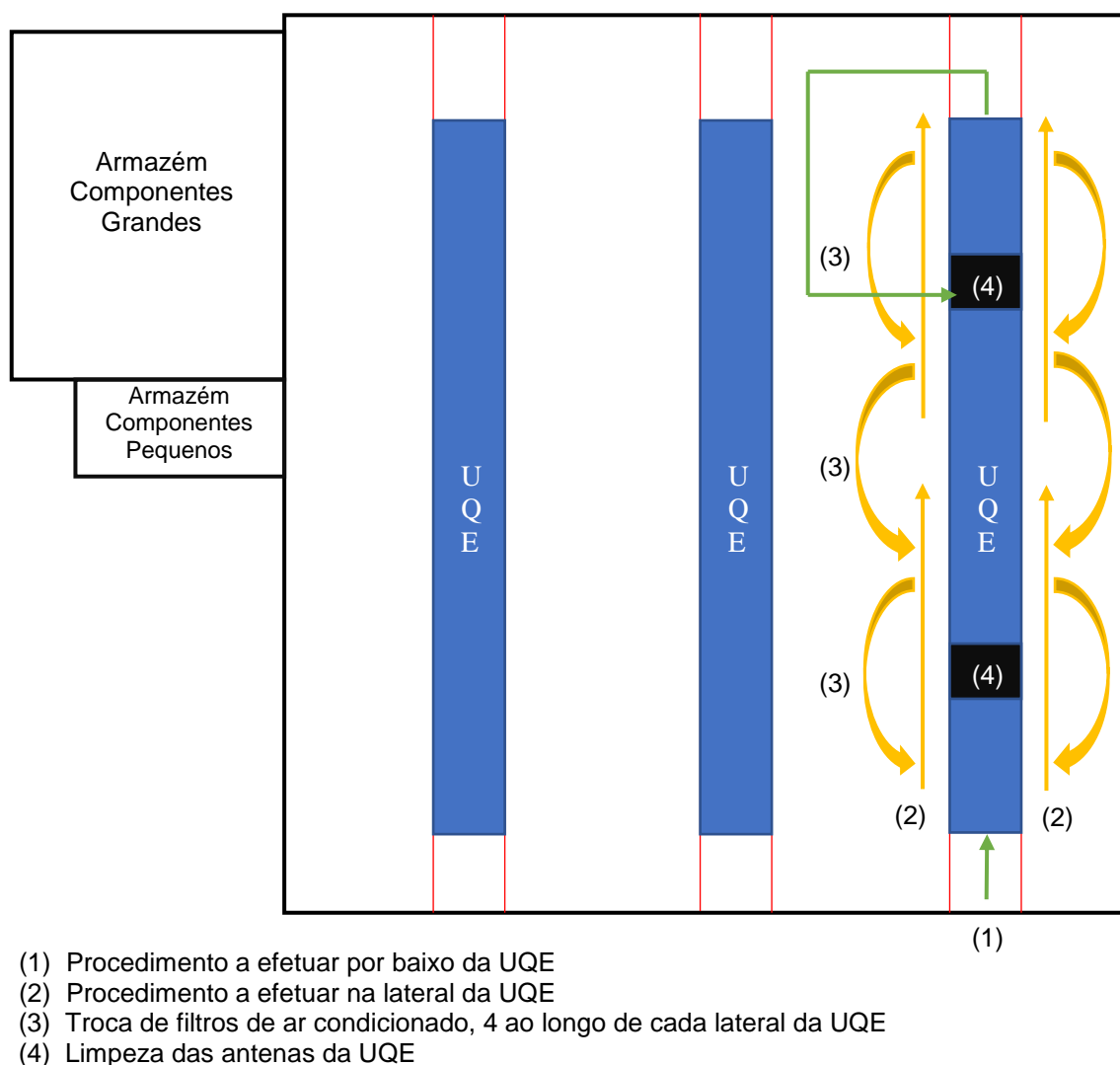


Figura 4.16 - Esquema do seguimento das operações

4.4.1.2 Aumento da produtividade e cumprimento de objetivos

Um dos maiores problemas que afetam a produtividade de departamentos de manutenção, que muitas vezes estão sujeitos a um *timetable* reduzido para realizar os procedimentos é a produtividade baixa entre os colaboradores que efetuam as tarefas necessárias, devido aos elevados tempos de paragem e ao incumprimento dos objetivos estabelecidos.

Dado que, como já foi anteriormente mencionado, este é um tema recorrente nas operações de manutenção observadas, torna-se premente encontrar métodos para a sua solução.

Tendo em consideração a falta de colaboradores em posições de supervisão, e a dificuldade em proceder à contratação dos mesmos, foi considerado relevante explorar soluções que pudessem ser implementadas sem grande custo acrescido para a empresa.

Neste contexto, devem ser consideradas opções já muito utilizadas nas restantes indústrias, tais como as câmaras de vigilância em pontos chave das operações e leitores de dados biométricos ou sistema semelhante de controlo de recursos humanos.

No âmbito da filosofia *Lean*, será relevante adotar posturas de incentivo aos trabalhadores, de forma a que estes estejam motivados não só no trabalho que realizam, mas também para encontrar soluções para os obstáculos com que se deparam diariamente.

Com vista a cumprir este objetivo, será também relevante que os diretores e quadros superiores da empresa mantenham uma relação próxima com os colaboradores que efetuam a manutenção diária, numa lógica de comunicação, por forma a que estes possam apresentar as ideias que possam ter de métodos a implementar para facilitar o seu trabalho. Este tipo de iniciativa deve ser incentivada e recompensada, sendo que este fator pode influenciar em grande medida a motivação dos trabalhadores.

Noutra perspetiva, outro método a seguir será o de promover um ambiente de *accountability* para as situações em que o trabalho a desenvolver não é realizado da forma correta ou é deixado incompleto. Sendo que o objetivo diário do colaborador é a realização de manutenção em duas UQE. Quando tal meta não seja alcançada, poderá ser criada a obrigação de preenchimento de um relatório de operações, que permita aos quadros de gestão perceber se existe algum problema específico a ser endereçado, tanto a nível dos tempos de manutenção dos equipamentos como a nível da produtividade dos recursos humanos.

O preenchimento do referido relatório, para além de cumprir os propósitos acima mencionados, permitem ao colaborador um melhor entendimento sobre aquilo que pode ser melhorado no seu trabalho e providenciar um sentimento de responsabilidade pelo trabalho não completado.

4.4.2 Más condições físicas no trabalho

As más condições físicas sentidas no local de trabalho podem ter efeitos muito negativos tanto para a saúde e bem-estar dos trabalhadores como também para a produtividade em si. Ao delegar as tarefas mais fisicamente exigentes ou em locais menos próprios aos seus colaboradores, a empresa incorre em que estas sejam executadas de forma menos atenta e consequentemente de pior forma. Ao não se dar a devida atenção a esta problemática podem-se começar a notar falhas em componentes que teriam um ciclo de vida muito superior ao que se verifica, dado que não se lhes está a dar a devida atenção.

Na Fertagus, e como já foi referido anteriormente, estas situações são verificadas em duas operações chave do processo dos ETS:

- i. **Baixo das UQE;**
- ii. **Limpeza das antenas das UQE.**

Dado que as instalações são propriedade da **IP**, não é, portanto, permitido à Fertagus realizar operações de maior dimensão nas instalações, o que pode condicionar em grande medida a facilidade com que resolve problemas que tenham sido identificados, como é o presente caso. Nos dois casos observados ao longo do estudo podem, no entanto, ser aplicadas medidas corretivas simples, que a longo prazo melhorem as condições graves com que os trabalhadores operam, tendo como consequência o aumento da produtividade.

Assim sendo, as soluções alternativas para a resolução destas situações são:

- i. Dado que, como foi referido, a distância entre as UQE e o chão é de cerca de 1,5 metros, condicionando em muito a movimentação do operador, e dado que não existe a possibilidade de aprofundar mais o chão fazendo obras, uma solução simples e eficaz passaria por remover a grelha para onde escoe o óleo usado utilizado pelas UQE. Ao remover esta grelha do chão, a distância útil do operador passaria dos 1,5 metros para os 1,7 metros, o que apresenta uma diferença significativa. Relativamente ao óleo utilizado este poderia ir para compartimentos colocados nas paredes, podendo ser tanto móveis como fixos, desde que não seja permitida o seu despejamento no local onde os trabalhadores circulam, de forma a evitar acidentes.
O exemplo de como esta solução poderia ser implementada pode ser visualizada na **Figura 4.17**.

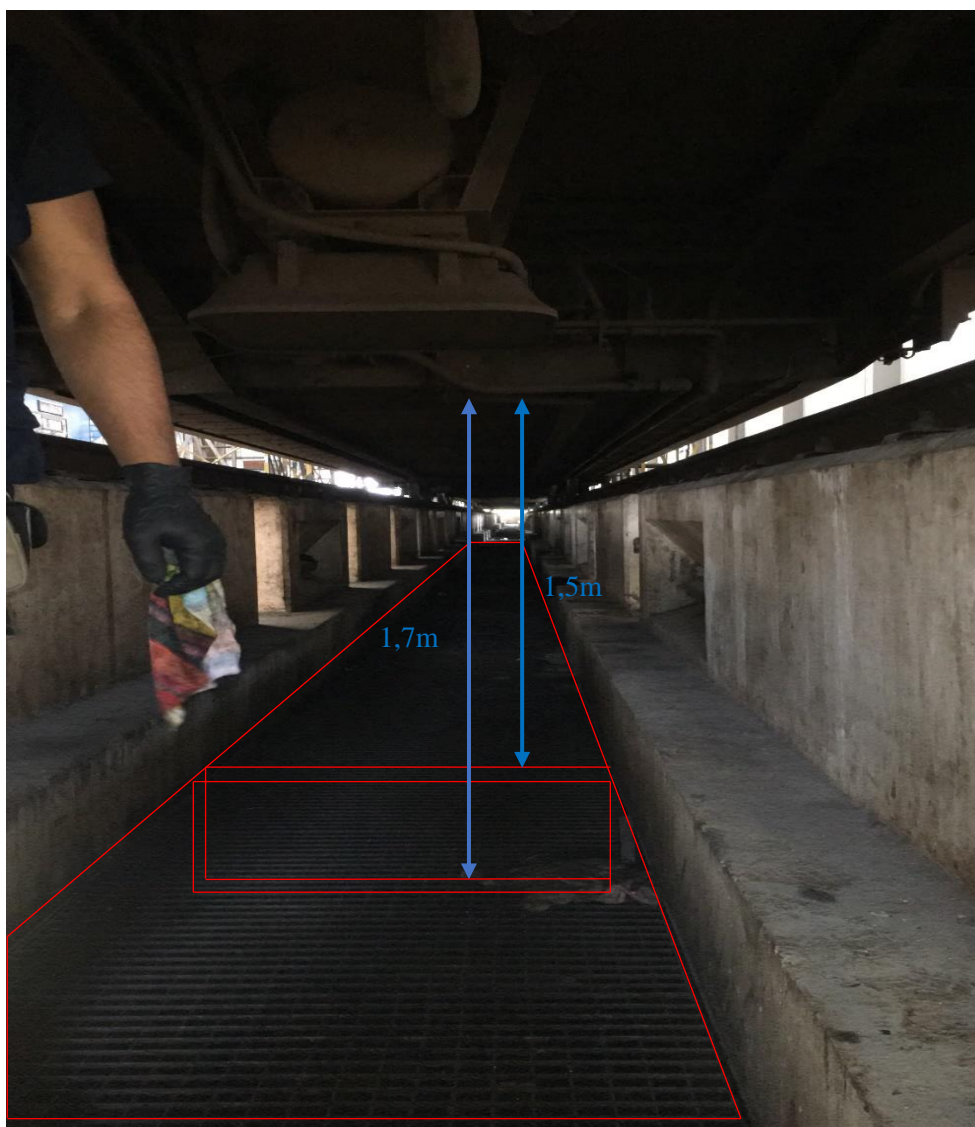


Figura 4.17 - Proposta de solução para más condições de trabalho

- ii. Visto que a operação de limpeza das antenas das UQE é realizada ao nível do chão, os trabalhadores colocam-se de joelhos durante toda a duração deste processo. Desta forma a execução desta intervenção implica que não só esta se torna mais demorada como também mais propensa a erros. Uma solução possível passa por ou conseguir deixar os trabalhadores a operarem a um nível mais baixo e que não seja tão desconfortável, como por exemplo uma cadeira ou proteções nos joelhos ou desenvolver qualquer tipo de dispositivo simples para conseguir limpar estas partes sem se baixarem. Um dispositivo com um cabo comprido e no qual se possa ligar um conjunto de panos nos quais se possam utilizar os produtos necessários para executar a limpeza seria a melhor solução. Na **Figura 4.18** pode-se observar o local onde esta operação decorre.

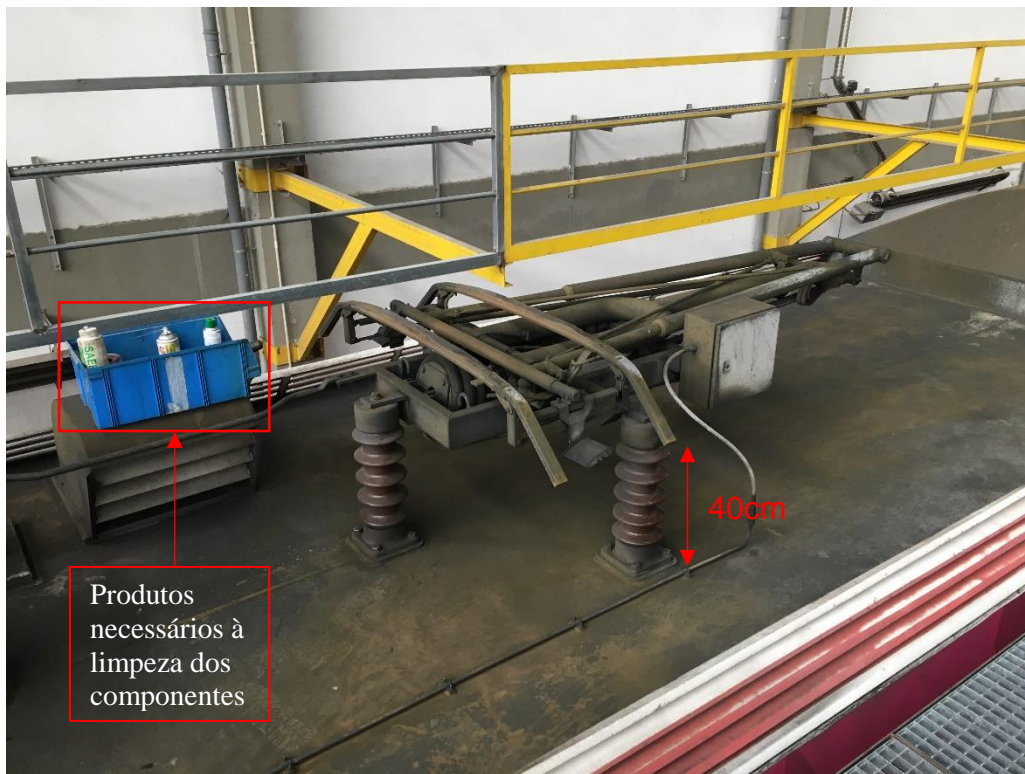


Figura 4.18 - Proposta de solução para a operação de limpeza das antenas das UQE

4.4.3 Distância excessiva entre armazéns e local das operações

Uma boa organização de *stocks* numa empresa é sempre recomendada pois desta forma é evitado que os processos de manutenção não possam ser realizados em toda a sua extensão. Na empresa em questão a situação de não se concluir certos processos de manutenção foi verificada, mas não pela problemática de rutura de *stocks*, mas sim por excesso de distância entre o local onde eram realizadas as operações de manutenção e o local de armazenamento de peças. A distância elevada foi verificada como causa essencial para certos processos não terem sido completados, seja por ser necessário buscar muitas peças ao armazém ou por serem de dimensões e pesos elevados, que não seriam recomendáveis para um único trabalhador transportar sozinho.

Ao longo do estudo foram observadas inúmeras ocasiões em que o caminho entre as operações dos ETS aos armazéns revelou-se um verdadeiro constrangimento, dado que não só existe uma grande distância a percorrer, como também existem diversas obstruções. Foi igualmente observado que em dias em que existiam demasiadas falhas e necessidade de buscar peças ao armazém, se perdia tanto tempo que alguns dos problemas considerados não tão urgentes eram deixados para segundo plano, ou seja, para a próxima intervenção ETS, sabendo que cada uma tem um intervalo de um mês.

Um exemplo dos caminhos tomados para se chegar aos armazéns pode ser observado na **Figura 4.19**.

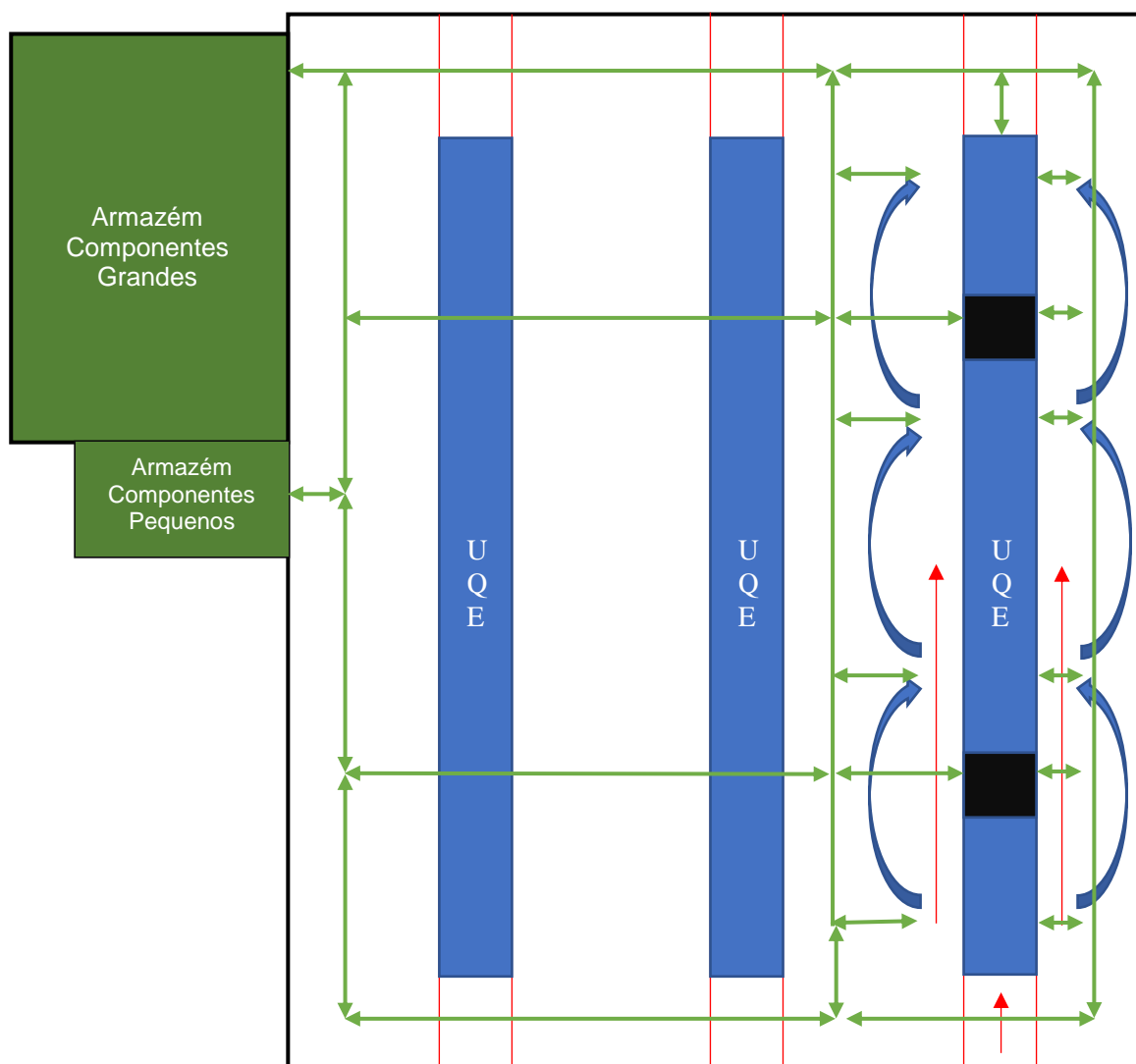


Figura 4.19 - Esquema dos caminhos para chegar aos armazéns

Como se pode observar na **Figura 4.19**, as distâncias percorridas ao longo dos processos dos ETS são elevadas, sem contar com as evidentes obstruções nestes percursos.

Torna-se assim vital para as operações de manutenção da empresa procurar soluções simples que possam ser criadas sem demasiados custos ou grandes operações dado que, como já foi referido, não existe a possibilidade de criar novos armazéns ou realizar grandes obras para alterar os percursos existentes.

Uma solução eficaz passa por colocar prateleiras e armários perto dos locais onde se realizam os ETS, dado que existe o local para tal, que contenham as peças com maior rotatividade. Desta forma, e com uma escolha sensata das peças a colocar nas prateleiras, os trabalhadores poderiam reduzir em

grande medida as suas deslocações e paragens, tal como também poderá ser mais acessível transportar peças de maiores dimensões e pesos dado que a distância deixa de ser uma questão impeditiva.

Dado os factos, uma solução possível, eficiente e simples poderá de ser colocar prateleiras em diversas zonas do armazém e colocar nelas peças que sejam essenciais para as operações que são realizadas perto destas. Uma exemplificação desta solução pode ser visualizada na **Figura 4.20**.

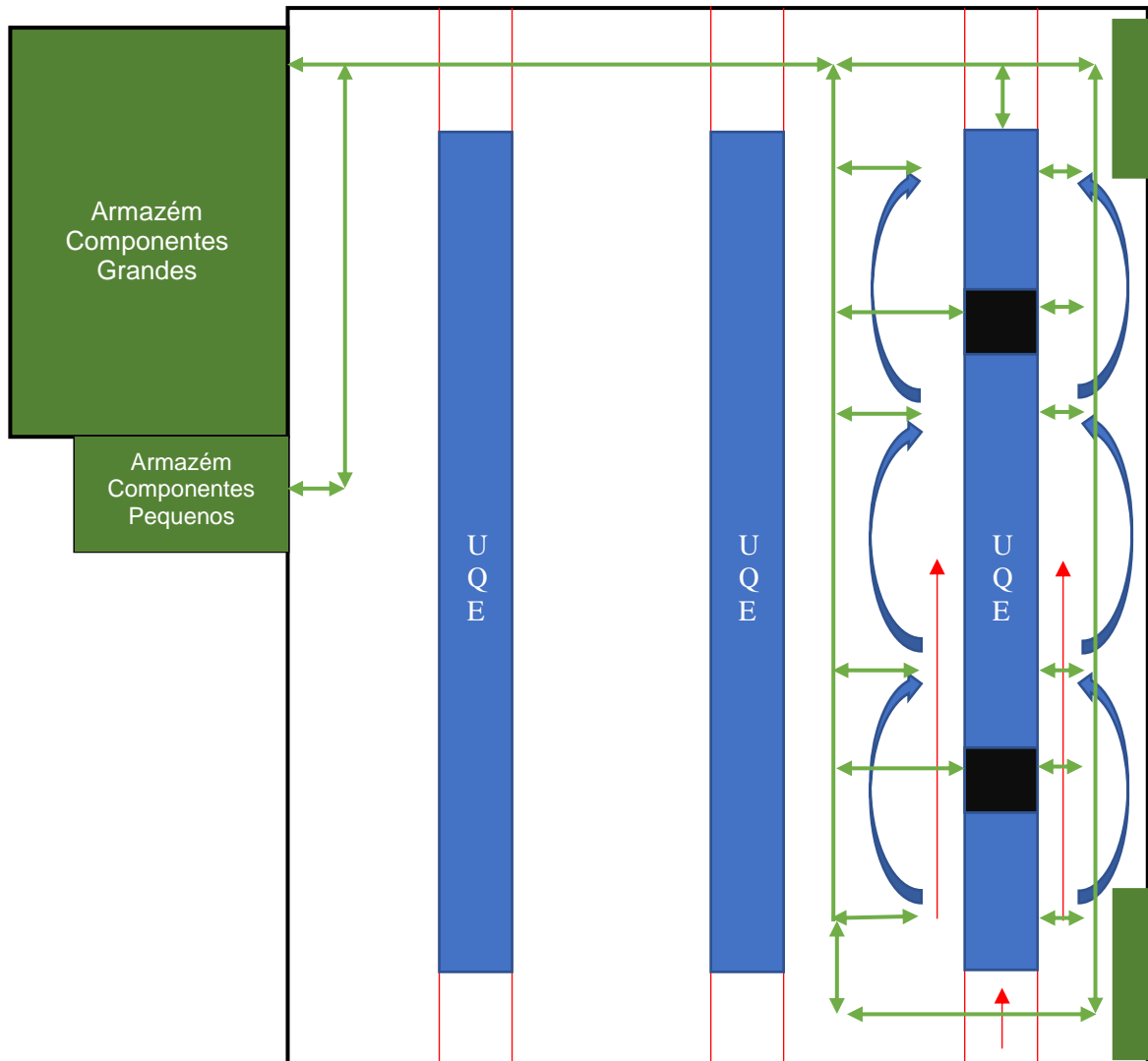


Figura 4.20 - Exemplificação de solução

Tendo em consideração a **Figura 4.20** é possível comprovar que as deslocações e constrangimentos poderiam ser reduzidas em grande medida, tendo como consequência uma redução significativa de paragens e um aumento considerável da produtividade. Esta solução, a ser implementada, é uma das soluções possíveis mais eficientes de forma a lidar com esta situação, dado que o custo e esforço na compra e montagem de prateleiras grandes o suficiente para guardar os materiais necessários a estas intervenções é evidentemente reduzido.

4.4.4 Falta de arrumação geral e obstrução das vias de circulação

Tendo em consideração a necessidade que a empresa tem em movimentar cargas de elevada dimensão e peso, torna-se assim necessário desobstruir as vias de circulação que no presente momento se encontram ocupadas. Ao longo do estudo foram por diversas vezes observadas dificuldades na circulação de empilhadoras, sendo que para esta passar necessitava de realizar inúmeras manobras e o apoio de dois a três trabalhadores para darem indicações, visto que estes veículos tentavam passar por espaços que, quando conseguiam, só tinham margem de uns meros centímetros. Foram também por vezes observados casos em que os trabalhadores iniciaram o processo de transporte de peças, só reparando a meio caminho que este teria de ser cancelado ou realizado pelo exterior do armazém.

Considerando esta problemática, tornou-se assim necessário tentar encontrar uma solução simples e com custos reduzidos de forma a que a empresa a consiga realizar sem grandes dificuldades. Assim sendo, e sabendo que a empresa já utiliza um sistema semelhante, a solução passa por incorporar um sistema de rodas e deslocação em todos os seus suportes, ou seja, nas plataformas utilizadas para se conseguir entrar no interior das UQE e no topo destas. Na **Figura 4.21** pode ser observado o sistema atualmente utilizado pela empresa para esta deslocação.



Figura 4.21 - Sistema utilizado atualmente para deslocações

Como pode ser observado na **Figura 4.21**, a estrutura representada com a identificação (a) possui rodas de forma a que possa ser mais facilmente deslocada para onde se considerar necessário. No entanto, as plataformas com identificação (b) não possuem este método de deslocação pelo que se torna impossível transitar neste corredor. Mesmo considerando que as plataformas (b) estão em

posições chave já preparadas para a chegada das UQE, sendo estáticas até por questões de padronização da posição dos veículos dentro do armazém, nada impede que se consiga criar um sistema que as torne móveis quando a sua necessidade. Dado que algumas destas plataformas são de acesso ao topo das UQE, necessitando assim de maior estabilidade, ter-se-á que criar um sistema simples de travão ou colocar calços de difícil remoção.

5. Conclusões

No presente capítulo são dadas as conclusões finais do estudo, bem como as soluções propostas através da implementação da filosofia *Lean* para as instalações de manutenção da empresa Fertagus. São também dadas recomendações e propostas para trabalhos futuros para que se possa dar continuidade ao projeto desenvolvido ao longo do estudo.

O sucesso das organizações, especialmente no sector de transportes que é altamente competitivo, passa por melhorar a eficiência das suas operações. O estudo efetuado versou principalmente sobre o serviço de manutenção, de forma a permitir distanciar-se e diferenciar-se das restantes empresas concorrentes. Esta diferenciação poderá ser conseguida através da implementação de práticas e ferramentas analíticas da filosofia *Lean*, dado que estas permitem um processo de melhoria contínua e de constante aprendizagem e empenho de todos os colaboradores. Assim sendo, a implementação da filosofia *Lean* poderá permitir à empresa identificar e reduzir os desperdícios. Com estas soluções implementadas será possível melhorar a qualidade dos serviços prestados pela empresa, reduzir os tempos de paragem das operações de manutenção, realizar mais operações em menos tempo útil ou possivelmente reduzir o número de trabalhadores alocados às operações de Ensaio e Trabalhos Sistemáticos de forma a darem auxílio em procedimentos de maior urgência.

As operações dos ETS, nas quais incidiu com maior foco o estudo desenvolvido, são operações de grande relevância dado que é nelas que se inclui a manutenção mensal geral de cada UQE. É destas operações que dependem a disponibilidade e funcionamento correto das UQE, pelo que quando não é possível cumprir totalmente os objetivos, a empresa incorre em falhas para com os seus clientes. Nesta perspetiva, e tendo como objetivo a melhoria contínua e aumento da produtividade associada à manutenção, foram identificadas várias oportunidades de melhoria e localizadas várias situações potencialmente problemáticas.

Sendo que os objetivos iniciais visavam uma boa análise e identificação dos problemas existentes nos ETS, pode-se assim afirmar que foi bem sucedido, dado que foi possível não só identificar problemas graves nestes processos como também realizar algumas propostas de melhoria relevantes para a empresa.

Ao longo do estudo foram utilizadas algumas ferramentas analíticas *Lean* e de melhoria contínua, como é o caso dos 5S, fluxogramas de processos, Padronização e normalização, 5 Porquês e análise e melhoria de *layouts*. Tal aplicação destas ferramentas permitiu a identificação dos problemas considerados de maior urgência, como é o caso da falta de padronização dos processos de manutenção, deslocações com distâncias excessivas, más condições físicas nos trabalhos, falta de arrumação e obstrução das vias de circulação, falta de gestão visual e falta de aplicação dos procedimentos de segurança. Entre estes problemas, e a pedido da empresa, foram também desenvolvidas propostas de melhoria simples e eficazes, de forma a que fosse possível aumentar a

eficiência, eficácia, produtividade, limpeza, satisfação, organização, disponibilidade operacional, disciplina e motivação a custos reduzidos.

Em primeira análise, e após se realizarem os registos dos principais motivos de paragens e falta de produtividade, foi verificado que a problemática principal se prendia com a falta de padronização e normalização dos processos em si. Nesse sentido, e no seguimento de algumas sessões de *brainstorming*, foi definido que este seria o processo principal a ser melhorado, tendo em conta que é aquele que poderá trazer maiores ganhos imediatos à empresa. Para este procedimento foi estabelecido que as operações teriam que ser completamente padronizadas, criando para tal formulários que indicassem quando, como, por que ordem e quem deveria completar os trabalhos.

Relativamente aos restantes problemas identificados foi definido que se deveria implementar mais a fundo a ferramenta 5S, de forma a desobstruir as vias de circulação, deveria ser redesenhado o *layout* do armazém, de forma a existirem menos deslocações desnecessárias, devem-se executar diminutas alterações aos locais onde existem más condições de trabalho e devem ser implementados com rigor os planos de segurança previamente definidos pela empresa.

Adicionalmente, para além dos problemas identificados ao longo do estudo, existem outros não tão relevantes, mas que devem ser identificados e corrigidos com a maior brevidade possível, pois mesmo que a sua solução não seja de fácil quantificação de custos ou percentagens, a acumulação de pequenas situações regulares ou esporádicas podem afetar em grande medida as operações totais da empresa.

A experiência adquirida ao longo do desenvolvimento do trabalho provou a importância de uma comunicação efetiva e constante entre os trabalhadores da empresa e da gestão da informação num ambiente *Lean*. A comunicação entre os membros da empresa deve começar pelos trabalhadores mais importantes, tais como o diretor e os coordenadores das operações, de forma a que todos dentro deste departamento em geral consigam entender que tal comunicação é fundamental para o sucesso coletivo. Deve ser também demonstrado desta forma interesse entre ambas as partes, superiores e subalternos, em perceber quais são os problemas que cada um enfrenta de forma a se poder trabalhar na resolução dos mesmos em conjunto.

Após a identificação de problemas e resolução destes ao longo do estudo, será expectável que a empresa proceda à implementação da filosofia *Lean* nas restantes operações de manutenção e na organização em geral, de forma a procurar a melhoria contínua dos seus processos. Tal deve ser feito com a maior brevidade possível visto que os ETS são uma parte importante dos processos desenvolvidos neste departamento, mas não são os únicos. Os problemas identificados ao longo do estudo não são exclusivos aos processos dos ETS pelo que as aplicações das suas resoluções às outras operações não devem divergir em demasia e terão resultados imediatos e satisfatórios.

Por fim, a empresa deverá, para além da implementação da filosofia *Lean* e das resoluções de problemas propostos, adotar uma postura de constante inovação e procura de resultados. Esta postura irá trazer resultados a todos os prazos dado que esta pratica atualmente uma gestão rudimentar e sem estar baseada em nenhuma técnica ou metodologia de melhoria contínua com provas dadas.

Bibliografia

- Al-Aomar, R. (2011). Applying 5S *Lean* technology: an infrastructure for continuous process improvement. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 5(12), 2645-2650.
- Almeida, J. & Pinto, J. (1995). *A investigação nas Ciências Sociais*. Lisboa: Editora Presença.
- Coimbra, E. (2008). Os 7 Princípios Kaizen. *Kaizen Institute*, 2, pp. 1-2.
- Culley, S., Owen, G., Mileham, A., & McIntosh, R. (2003). Sustaining changeover improvement. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 217(10), 1455-1470.
- Declaração de Compromisso e Missão. Disponível em <https://www.fertagus.pt/pt/fertagus/missao-visao-valores> [Acedido em 22 de Fevereiro 2019].
- Falkowski, P., & Kitowski, P. (2013). The 5S methodology as a tool for improving organization of production. PhD Interdisciplinary Journal, 127-133. Disponível em http://sdpg.pg.gda.pl/pij/files/2013/10/03_2013_18-falkowski.pdf. [Acedido em 12 de Dezembro de 2018].
- Fertagus, (2014). Dados do inquérito de Imagem e Qualidade. Disponível em <https://www.fertagus.pt/pt/fertagus/quem-somos>. [Acedido em 5 de Novembro de 2018].
- Fertagus. Logotipo da Fertagus. Disponível em <https://www.fertagus.pt/pt/fertagus/quem-somos>. [Acedido em 27 de Setembro de 2018]
- Fertagus. *Organigrama*. Disponível em <https://www.fertagus.pt/pt/fertagus/organigrama> [Acedido em 13 de Outubro de 2018].
- Fertagus, (2013). Manual de Manutenção das UQE.
- Instituto Nacional de Estatística, (2018). Passageiros transportados (N.º) pelas empresas exploradoras de sistema ferroviário pesado. Disponível em <https://www.ine.pt/xurl/indx/0000901/PT>. [Acedido em 27 de Setembro de 2018]
- Ishikawa, K. (1976) *Guide to Quality Control*. Tokyo: Asian Productivity Organisation.
- Kardec, A. & Nascif, J. (2002). *Manutenção: função estratégica*. 2.^a ed. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Kmita, S. (2003). Manutenção Produtiva Total (TPM): uma ferramenta para o aumento do índice de eficiência global da empresa, *XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, ENEGEP2003: Ouro Preto.

- Krafcik, J. (1988). Triumph of the Lean production system. *Sloan Management Review*, 30 (1), pp. 41–52.
- Navas, H. (2011) Inovação sistemática e manutenção *Lean. Manutenção*, pp. 73-75.
- Navas, H. (2017). Problem Solving and Increase of Ideality of Complex Systems. In: *Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems: New Findings and Approaches*, pp. 305–326. Zurique, Suíça: Springer Nature.
- Navas, H., & Machado, V. (2013a). Systematic Innovation for *Lean Supply Chain Management*. *22nd International Conference on Production Research*. Cataratas do Iguaçu.
- Navas, H., & Machado, V. (2013b). Systematic Innovation in a Lean Management Environment. *2013 Industrial and Systems Engineering Research Conference*. Porto Rico.
- Ohno, T., (1996). *O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman
- Pinto, C., (2002). *Organização e Gestão da Manutenção*. Editora Monitor
- Pinto, J. (2008). *Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro*. *Comunidade Lean Thinking*, 159–163. Disponível em <https://doi.org/10.1002/9780470759660.ch27>. Julho 2008. [Acedido em 15 de Dezembro de 2018].
- Pinto, J. (2013). *Manutenção Lean*. Lisboa: Edições Lidel
- Pinto, J. (2009). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Edições Lidel
- Quivy, R. & Campenhoudt, L. (2003). *Manual de investigação em Ciências Sociais*, 3ª Edição. Lisboa: Gradiva.
- Reis, F.; Gomes, R.; Gomes, G.; et al. (2006). *Os Caminhos de Ferro Portugueses 1856-2006*. Lisboa: CP-Comboios de Portugal e Público - Comunicação Social S. A.
- Rocha, T. (2014). *Impacto do Kaizen numa empresa de serviços*. São Paulo: Faculdade de Tecnologia.
- Roos, D., Womack, J. & Jones, D. (1990), *The machine that changed the world*. Rawson Associates, New York.
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. EUA: Portland. Productivity Press
- Suzaki, K., (2013). *Lean: Sustentando a Melhoria Contínua todos os dias*. LeanOp.

The Productivity Press Development Team (2002). *Kanban for the Shopfloor*. New York: Productivity Press.

Torres, C. (1958). A evolução das linhas portuguesas e o seu significado ferroviário. *Gazeta dos Caminhos de Ferro* Nº 1681, pp.9-12.

Trietsch, D. (1992). Some Notes on the Application of Single Minute Exchange of Die (SMED). Naval postgraduate school. EUA: Monterey. <https://doi.org/10.4135/9781452276335.n310>. Julho 1992. [Acedido em 7 de Novembro de 2018]

Vorley, G. (2008). *Mini Guide to Root Cause Analysis*. Guildford Surrey, UK: Quality Management & Training Ltd.

Werkema, C., (2004). *Criando a Cultura Seis Sigma*. Belo Horizonte: Werkema Editora.

Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Free Press.

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (2007). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*. New York: Free Press.

Anexo A) Fichas de registo das operações de manutenção


Figura A.1- Exemplo de ficha de registo

VISITA DE EQUIPAMENTOS

FICHA DE REGISTO DOS POSTOS DE TRABALHO I e J

INSTRUÇÃO DE TRABALHO DA VISITA DE EQUIPAMENTOS - POSTOS I e J (UQE DESLIGADA)		
DURAÇÃO: ½ DIA		
EQUIPAMENTOS A VISITAR	TRABALHOS A EFECTUAR	PARÂMETROS A RESPEITAR
COMBINADO DE 4 FUNÇÕES		
CONJUNTO DO PANTÓGRAFO	Verificar manualmente se o movimento do pantógrafo é suave.	
	Verificar o estado dos cabos do mecanismo de elevação.	
	Lubrificar se necessário.	
	Confirmar a regulação da força de contacto do pantógrafo com a catenária. Utilizando um dinamómetro. Registar em modelo anexo.	F=70 ± 10N
	Confirmar a regulação do tempo de subida e descida do pantógrafo.	- Descida 6 < t < 8seg - Subida t < 8 seg.
ISOLADORES	Limpar e verificar o estado.	
LIGAÇÕES ELÉCTRICAS	Limpar e lubrificar com massa condutora o terminal de saída.	
COMBINADO DO DISJUNTOR PRINCIPAL	Verificar o estado geral do conjunto e siliconar com "GD 265 Pure Silicone".	
DISJUNTOR PRINCIPAL	Limpar os isoladores de silicone e siliconar com "GD 265 Pure Silicone".	
	Confirmar o aperto e o estado das ligações de alta.	
UNDUTÂNCIA DJM DE PROTECÇÃO DO DISJUNTOR	Limpar exteriormente com um pano.	
PÁRA-RAIOS	Limpar o corpo do para-raios e siliconar com "GD 265 Pure Silicone".	
	Confirmar o aperto das ligações.	
TRANSFORMADOR DE TENSÃO	Limpar o isolador com e siliconar com "GD 265 Pure Silicone".	
	Verificar o estado das ligações de alta e baixa tensão.	
	Verificar a ausência de fugas de óleo na parte inferior do aparelho.	
SECCIONADOR DE TERRA E ACCIONAMENTO MANUAL	Limpar e lubrificar as extremidades das facas de contacto e maxilas com massa MOBIL GREASE SPECIAL ou equivalente.	
	Confirmar o aperto do conjunto, facas e maxilas.	
ISOLADOR DE TRAVESSIA DO TECTO	Limpar o isolador e siliconar com "GD 265 Pure Silicone".	
DISJUNTOR PRINCIPAL E TRANSFORMADOR PRINCIPAL		
DISJUNTOR PRINCIPAL	Verificar se todas as ligações do regulador e da electroválvula estão bem apertadas. Confirmar as pressões de regulação.	
	Verificar o estado das ligações dos contactos auxiliares.	
COMPARTIMENTOS DE ALTA TENSÃO	Verificar o estado das aparelhagens e das ligações.	
TRANSFORMADOR PRINCIPAL	Verificar o bom estado do conjunto, se não existem fugas de óleo, limpar com um pano seco os isoladores de saída do secundário.	
CONVERSORES ESTÁTICOS DOS AUXILIARES		
CONTACTORES	Efectuar o controlo visual dos contactores K1, K4, K5, K6 E K11 e verificar o com estado.	
VENTILADOR	Limpar a rede de entrada de ar.	
	Verificar ausência de ruídos estranhos movimentado os ventiladores à mão.	
COMPARTIMENTO DE APARELHAGEM	Confirmar o aperto das fixações do rack de electrónica AGATE AUX.	
	Verificar o estado dos aparelhos e das suas ligações	
	Verificar se as tampas ficam bem fechadas.	
	Verificar o bom estado geral do conjunto e se não existem componentes queimados.	
ENSAIOS		
ENSAIOS	Após a realização de todas as operações da visita, ligar a UQE e verificar o bom estado de funcionamento de todos os equipamentos e confirmar os parâmetros do comboio no MENU de manutenção acompanhados pelos restantes postos de trabalho.	

Figura A.2- Exemplo de ficha de registo

 MOD.M.VEQ.PTEF/01	FICHA DE REGISTO DOS POSTOS DE TRABALHO E e F	
	O.S.: _____ UQE: _____	KMS MOTORA 1: _____ KMS MOTORA 2: _____

VISITA DE EQUIPAMENTOS POSTOS E e F	MOTORA 1		REBOQUE 1		REBOQUE 2		MOTORA 2	
	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA
PRODUÇÃO DE AR COMPRIMIDO								
CIRCUITO DE COMANDO								
CIRCUITO AUXILIAR								
VÁLVULA DE SEGURANÇA (A4)								
TORRE DE SECAGEM								
PORTAS								
PORTAS DE ACESSO EXTERIOR								
PORTAS DE INTERCOMUNICAÇÃO								
ENSAIOS AOS CONVERSORES ESTÁTICOS DOS AUXILIARES								
PMCF								
ONDULADORES								
CARREGADORES DE BATERIAS								
OBSERVAÇÕES:								

PRODUÇÃO DE AR COMPRIMIDO				
PRESSOSTATO A15	MOTORA 1		MOTORA 2	
	FECHA 8,5 ± 0,2 BAR	ABRE 10,0 ± 0,2 BAR	FECHA 8,5 ± 0,2 BAR	ABRE 10,0 ± 0,2 BAR
LEITURA				
E.M.M.	_____		_____	
PRESSOSTATO J13	MOTORA 1		MOTORA 2	
	FECHA 5,5 ± 0,2 BAR	ABRE 4,0 ± 0,2 BAR	FECHA 5,5 ± 0,2 BAR	ABRE 4,0 ± 0,2 BAR
LEITURA				
E.M.M.	_____		_____	
VÁLVULA DE SEGURANÇA A4	MOTORA 1		MOTORA 2	
	FECHA >10,5 BAR	ABRE 11,0 ± 0,2 BAR	FECHA >10,5 BAR	ABRE 11,0 ± 0,2 BAR
LEITURA				
E.M.M.	_____		_____	

VERIFICADO: _____ DATA: / /	VALIDADO: _____ DATA: / /
-----------------------------------	---------------------------------


Figura A.3- Exemplo de ficha de registo

VISITA DE EQUIPAMENTOS

FICHA DE REGISTO DOS POSTOS DE TRABALHO E e F

INSTRUÇÃO DE TRABALHO DA VISITA DE EQUIPAMENTOS - POSTOS E e F (UQE LIGADA)		
DURAÇÃO: ½ DIA		
EQUIPAMENTOS A VISITAR	TRABALHOS A EFECTUAR	PARÂMETROS A RESPEITAR
ENSAIOS DE FREIO (CABINA)		
CIRCUITO DE COMANDO	Confirmar o funcionamento do circuito de ajuda dos compressores.	
	Confirmar a regulação da pressão de actuação do pressostato A15. Regular se necessário com manómetro padrão. Registar em modelo anexo.	Abre P= 10,0 ± 0,1 bar Fecha P= 8,5 ± 0,2 bar
CIRCUITO AUXILIAR	Após efectuar o esvaziamento das condutas principais e auxiliar, forçar o funcionamento do compressor auxiliar e verificar o funcionamento do pressostato J13 (subida do pantógrafo aos 5,5 bar).	Fecha P= 5,5 ± 0,2 bar Abre P= 4,0 ± 0,2 bar
VÁLVULA DE SEGURANÇA (A4)	Confirmar a regulação da pressão de actuação da válvula de segurança. Regular se necessário com manómetro padrão. Registar em modelo anexo.	Fecha – 11,0 ± 0,2 bar Abre > 10,5 bar
TORRE DE SECAGEM	Confirmar o aperto dos parafusos de fixação à caixa.	
PORTAS		
PORTAS DE ACESSO EXTERIOR	Confirmar o funcionamento do interruptor de isolamento da porta.	
	Confirmar o funcionamento dos dispositivos de funcionamento e de emergência (anti-entalamento, isolamento da porta após 5 abertura intempestivas, fecho após 1 min, fecho com comando manual)	
	Verificar o estado geral do compartimento das portas dos salões e se há sinais de componentes queimados.	
PORTAS DE INTERCOMUNICAÇÃO	Confirmar o funcionamento do interruptor de isolamento da porta.	
	Confirmar o funcionamento dos dispositivos de funcionamento (anti-entalamento).	
ENSAIOS AOS CONVERSORES ESTÁTICOS DOS AUXILIARES		
PMCF	Isolar uma PMCF e confirmar se há auxílio de 540 Vcc. <i>(Repetir as operações nas duas PMCF)</i>	
ONDULADORES	Isolar um ondulator e confirmar se há auxílio de 380Vac. <i>(Repetir as operações em cada ondulator)</i>	
CARREGADORES DE BATERIA	Isolar um carregador e confirmar se há auxílio do outro carregador da meia UQE. <i>(Repetir a operação em cada carregador)</i>	

Figura A.4- Exemplo de ficha de registo

 MOD. M.VEQ.PTAB/01	VISITA DE EQUIPAMENTOS FICHA DE REGISTO DOS POSTOS DE TRABALHO A e B							
	O.S.: _____ UQE: _____				KMS MOTORA 1: _____ KMS MOTORA 2: _____			

VISITA DE EQUIPAMENTOS POSTOS A e B	MOTORA 1		REBOQUE 1		REBOQUE 2		MOTORA 2	
	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA
ENSAIOS DE FREIO (CABINA)								
MANÍPULOS DE TRACÇÃO E DE FREIO								
ENSAIOS DE FREIO DE SERVIÇO								
ENSAIOS DE FREIO DE AUXÍLIO								
ENSAIOS DE FREIOS DE ESTACIONAMENTO								
PAINEL B118								
PAINEL B117								
PAINEL B115 / B116								
ENSAIOS DE FREIO (CHASSIS)								
ENSAIOS DE FREIO DE SERVIÇO								
ENSAIOS DE FREIO DE AUXÍLIO								
ENSAIOS DE FREIO DE ESTACIONAMENTO								
B125								
TORNEIRAS DE ISOLAMENTO B3c, B3d								
B94								
BOGIES								
SUSPENSÃO SECUNDÁRIA								
UNIÃO CAIXA-BOGIE								
AREEIROS								
COMPONENTES MECÂNICOS								
PRODUÇÃO DE AR								
LAVAGEM DO RADIADOR DO COMPRESSOR PRINCIPAL								
OBSERVAÇÕES:								

VERIFICADO: _____	DATA: / /	VALIDADO: _____	DATA: / /
-------------------	-----------------	-----------------	-----------------


Figura A.5- Exemplo de ficha de registo

VISITA DE EQUIPAMENTOS

FICHA DE REGISTO DOS POSTOS DE TRABALHO A e B

INSTRUÇÃO DE TRABALHO DA VISITA DE EQUIPAMENTOS - POSTOS A e B (UQE LIGADA)		
DURAÇÃO: ½ DIA		
EQUIPAMENTOS A VISITAR	TRABALHOS A EFECTUAR	PARÂMETROS A RESPEITAR
ENSAIOS DE FREIO (CABINA)		
MANÍPULOS DE TRACÇÃO E DE FREIO	Verificar o sinal produzido pelas duas pistas do potenciômetro	
	Verificar a sequência de actuação dos contactos	
ENSAIOS DE FREIO DE SERVIÇO	Realizar os ensaios de freio de serviço, ensaiando o manípulo de freio de serviço, cilindros de freio, PWM, B11, B67, B69, B70, B72 e B73.	
ENSAIOS DE FREIO DE AUXÍLIO	Realizar os ensaios ao freio de auxílio, ensaiando os elementos, B65, B74, B75, B84, B96 e B97.	
ENSAIOS DE FREIOS DE ESTACIONAMENTO	Realizar uma frenagem de serviço com o freio de estacionamento aplicado, e verificar se não produz uma combinação de esforços.	
	Confirmar o funcionamento da válvula diferencial B35.	
PAINEL B118	Accionar o manípulo da torneira de isolamento (L3, K1, B104) e confirmar que não existem fugas.	
PAINEL B117	Accionar o manípulo da torneira de isolamento do painel B18 e confirmar que não existem fugas.	
PAINEL B115 / B116	Confirmar o funcionamento dos pressostatos de vigilância da CG B110.	
ENSAIOS DE FREIO (CHASSIS)		
ENSAIOS DE FREIO DE SERVIÇO	Verificar se a timonaria está livre e não gripada.	
	Rever se opuser dificuldades à oscilação.	
ENSAIOS DE FREIO DE AUXÍLIO	Verificar se a timonaria está livre e não gripada.	
	Rever se opuser dificuldades à oscilação.	
ENSAIOS DE FREIO DE ESTACIONAMENTO	Confirmar que os dispositivos indicadores AZ7R (B11) dão uma correcta indicação do estado do freio.	
	Confirmar o funcionamento do desbloqueio manual do freio de estacionamento e a correcta fixação dos puxadores.	
B125	Verificar se a timonaria está livre e não gripada.	
	Rever se opuser dificuldades à oscilação.	
TORNEIRAS DE ISOLAMENTO B3c, B3d	Confirmar que os dispositivos indicadores AZ7R (B9) dão uma correcta indicação do estado do freio.	
	Accionar o manípulo e confirmar se produz o by-pass à electroválvula B27 e se não existem fugas.	
B94	Accionar o manípulo e confirmar a actuação sobre os elementos ligados (B5a, B5b, B88a, B88b, B88c, B30a, B30b, B32, B34d, B1.1) e se nestes não se produzem fugas.	
	Verificar se o dispositivo fica encravado em ambas as posições extremas.	
B94	Abrir a torneira e verificar se o freio de estacionamento alivia quando houver ar no depósito do circuito auxiliar.	
	Fechar e verificar se o freio fica aplicado e se não se produzem fugas.	
BOGIES		
SUSPENSÃO SECUNDÁRIA	Confirmar o funcionamento das válvulas, F7 (suspensão pneumática), F6 (descarga), F5 (pressão média), F11 (acionamento).	
	Actuar o manípulo das torneiras de isolamento F1, F1a e F12 e confirmar se não existem fugas. (No final a F12 deve ficar fechada)	
	Confirmar o aperto dos parafusos de fixação das bielas de comando das válvulas de nivelamento.	
	Confirmar o aperto dos parafusos de fixação do limitador da válvula de segurança.	
UNIÃO CAIXA-BOGIE	Confirmar manualmente se os parafusos de aperto dos pivots, não estão afrouxados.	
AREEIROS	Accionar os manípulos das torneiras de isolamento (D1a) e confirmar que não existem fugas.	
COMPONENTES MECÂNICOS	Lubrificar os fechos das tampas.	
	Verificar o estado geral de todos os demais componentes. (Amortecedores, molas, ligações elásticas, comando, bolsas da suspensão secundária, tomadas de corrente, caixas de eixo.	


Figura A.6- Exemplo de ficha de registo

 MOD.M.VEQ.PTGH/01	VISITA DE EQUIPAMENTOS FICHA DE REGISTO DOS POSTOS DE TRABALHO G e H							
	O.S.: _____				KMS MOTORA 1: _____			
	UQE: _____				KMS MOTORA 2: _____			

VISITA DE EQUIPAMENTOS POSTOS G e H	BLOCO MOTOR 1		BLOCO MOTOR 2		BLOCO MOTOR 3		BLOCO MOTOR 4	
	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA
BLOCOS MOTORES								
BLOCOS MOTORES								
OBSERVAÇÕES:								


VISITA DE EQUIPAMENTOS POSTOS G e H	MOTORA 1		REBOQUE 1		REBOQUE2		MOTORA 2	
	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA	RUBRICA	DATA
ARMÁRIOS DE BAIXA TENSÃO E DE ELECTRÓNICA								
ARMÁRIOS DE BAIXA TENSÃO E DE ELECTRÓNICA								
OBSERVAÇÕES:								

Figura A.7- Exemplo de ficha de registo

 MOD.M.VEQ.PTGH/01	<h2 style="text-align: center;">VISITA DE EQUIPAMENTOS</h2> <h3 style="text-align: center;">FICHA DE REGISTO DOS POSTOS DE TRABALHO G e H</h3>	
--	--	--

INSTRUÇÃO DE TRABALHO DA VISITA DE EQUIPAMENTOS - POSTOS G e H (UQE DESLIGADA) DURAÇÃO: ½ DIA		
EQUIPAMENTOS A VISITAR	TRABALHOS A EFECTUAR	PARÂMETROS A RESPEITAR
BLOCOS MOTORES	Verificar a ausência de ruídos estranhos no ventilador rodando-o à mão.	
	Verificar o estado das mangas de isolamento dos cabos de Alta e Baixa Tensão.	
	Verificar se existem partes visíveis do Bloco Motor e da aparelhagem vestígios de aquecimento (mudança de cor). Em caso afirmativo desmontar e verificar o elemento em questão.	
	Limpar a carcaça do contactor de pré-carga KM 302 do lado da grande abertura da câmara de extinção, assim como as superfícies de encaixe da câmara de extinção do arco.	
	Verificar o desgaste dos contactos ficos (CTF) e móveis (CTM) do contactor de pré-carga KM 302; substituí-los em simultâneo se necessário.	
	Verificar o estado das ligações do contactor de pré-carga KM 302.	
	Retirar e verificar o estado da câmara de extinção do arco do contactor de linha do ATP-S. Limpar se necessário.	
	Verificar vestígios de aquecimento (mudança de cor) nas cartas CALIX de alimentação dos circuitos de disparo do IGBT.	
	Limpar as pastilhas fixas e móveis dos contactos de condução do contactor ATP-S com um escovilhão metálico.	
	Verificar o estado dos contactos de corte e condução do contactor ATP-S. Substituir se necessário.	
	Verificar a ausência de fugas de ar no actuador pneumático e na electroválvula do contactor ATP-S.	
	Verificar o estado dos contactos auxiliares e o aperto das fixações dos contactos principais do contactor ATP-S.	
	Verificar se as fichas de baixa tensão e os BUS FIP estão bem encaixadas e apertadas.	
	Verificar a fixação dos cabos de AT.	
ARMÁRIOS DE BAIXA TENSÃO E DE ELECTRÓNICA	ARMÁRIOS DE BAIXA TENSÃO E DE ELECTRÓNICA	
	Verificar o estado das ligações dos componentes eléctricos e electrónicos.	
	Verificar o estado das fichas de ligação e aperto dos parafusos de fixação dos aparelhos eléctricos e electrónicos.	

Figura A.8- Exemplo de ficha de registo



fertagus
MOD M.ETS.02/5

FICHA DE REGISTO DE ETS

O.S.: _____		DATA DE REALIZAÇÃO: 02 / 05 / 2018		KMS MOTORA 1: _____	
UQE: 3513				KMS MOTORA 2: _____	

POSTO DE TRABALHO	ACTIVIDADE	RUBRICA	ACTIVIDADE	RUBRICA	ACTIVIDADE	RUBRICA	ACTIVIDADE	RUBRICA
(A)	ENSAIOS DE FREIO E AUXILIARES DE CONDUÇÃO 1		BOGIES, CAIXA TRACÇÃO E CHOQUE E ENGATES AUTOMÁTICOS 2		PORTAS DE SALÃO, INTERCOMUNICAÇÃO, EMERGENCIA E LOCAL TÉCNICO 3		MEGAFONIA E INTERFONIA 4	
(B)	ENSAIOS DE FREIO E AUXILIARES DE CONDUÇÃO 1		BOGIES, CAIXA TRACÇÃO E CHOQUE E ENGATES AUTOMÁTICOS 2		PORTAS DE SALÃO, INTERCOMUNICAÇÃO, EMERGENCIA E LOCAL TÉCNICO 3		MEGAFONIA E INTERFONIA 4	
(C)	FILTROS DE AR CONDICIONADO, BLOCOS MOTORES E TRANSFORMADORES PRINCIPAIS 1		TRANSFORMADORES PRINCIPAIS 2		ILUMINAÇÃO INTERIOR E EXTERIOR 3		INTERIORISMO E INSCRIÇÕES 4	
(D)	FILTROS DE AR CONDICIONADO, BLOCOS MOTORES E TRANSFORMADORES PRINCIPAIS 1		COMBINADO 4 FUNÇÕES 2		ILUMINAÇÃO INTERIOR E EXTERIOR 3		INTERIORISMO E INSCRIÇÕES 4	

NOTA: REPOR AREIA NOS AREEIROS

*** - Não troca filtros AC.**

A) Verificar toda Seccao 9050 / Verificar (Associado) dist. Pa-culha

PANTÓGRAFO MOTORA 1		PANTÓGRAFO MOTORA 2	
ALTURA ESCOVA 1 (mm)	ALTURA ESCOVA 2 (mm)	ALTURA ESCOVA 1 (mm)	ALTURA ESCOVA 2 (mm)
ALTURA MÍNIMA: 2 mm			

CONTADORES C. PRINCIPAIS	
M1	M2
HORAS	HORAS

VERIFICADO: _____ DATA: / / VALIDADO: _____

DATA: / /

Figura A.9- Exemplo de ficha de registo

Anexo B) Valores da empresa

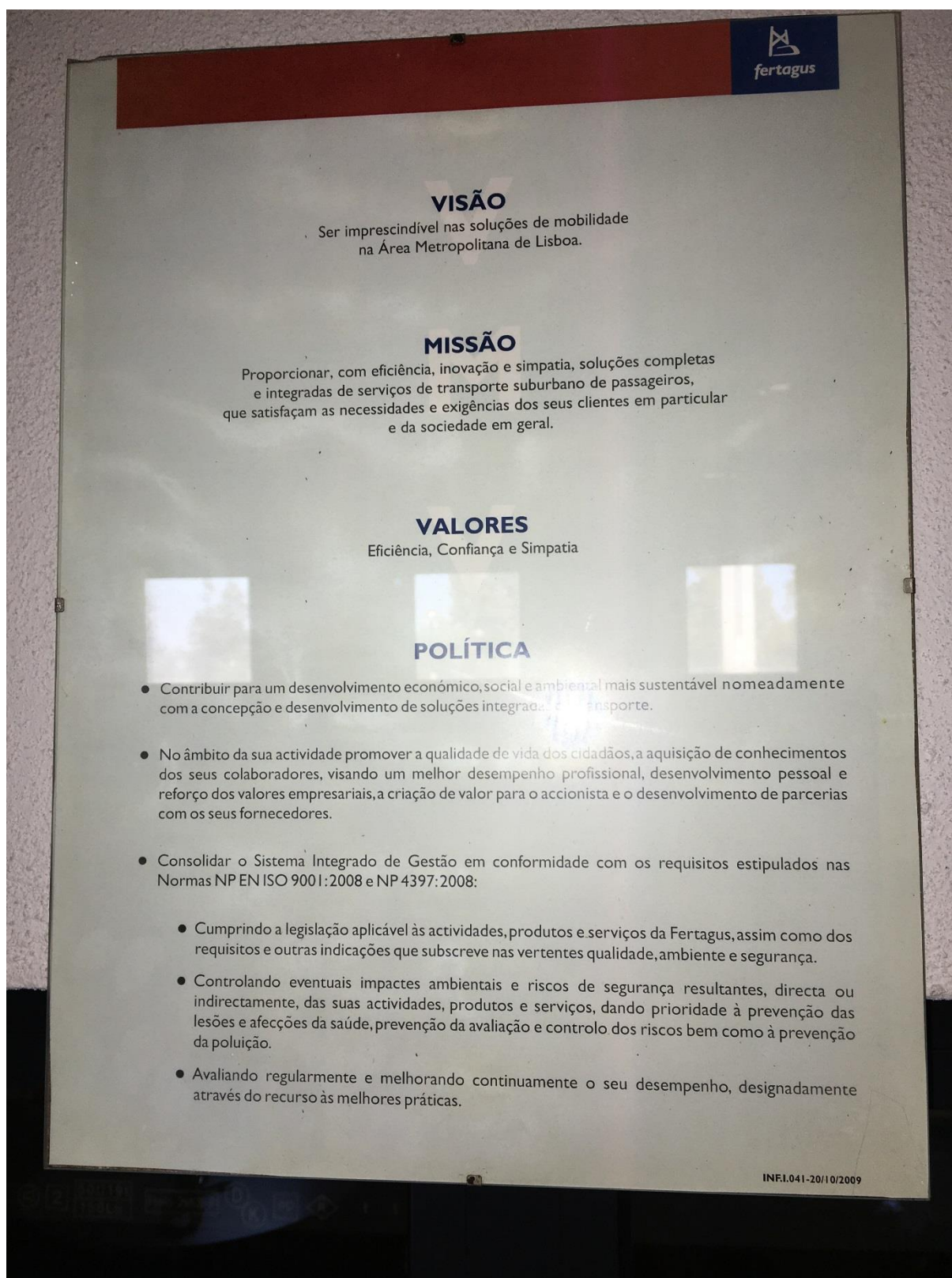


Figura B.1- Visão, Missão, Valores e Política

Anexo C) Normas de Segurança

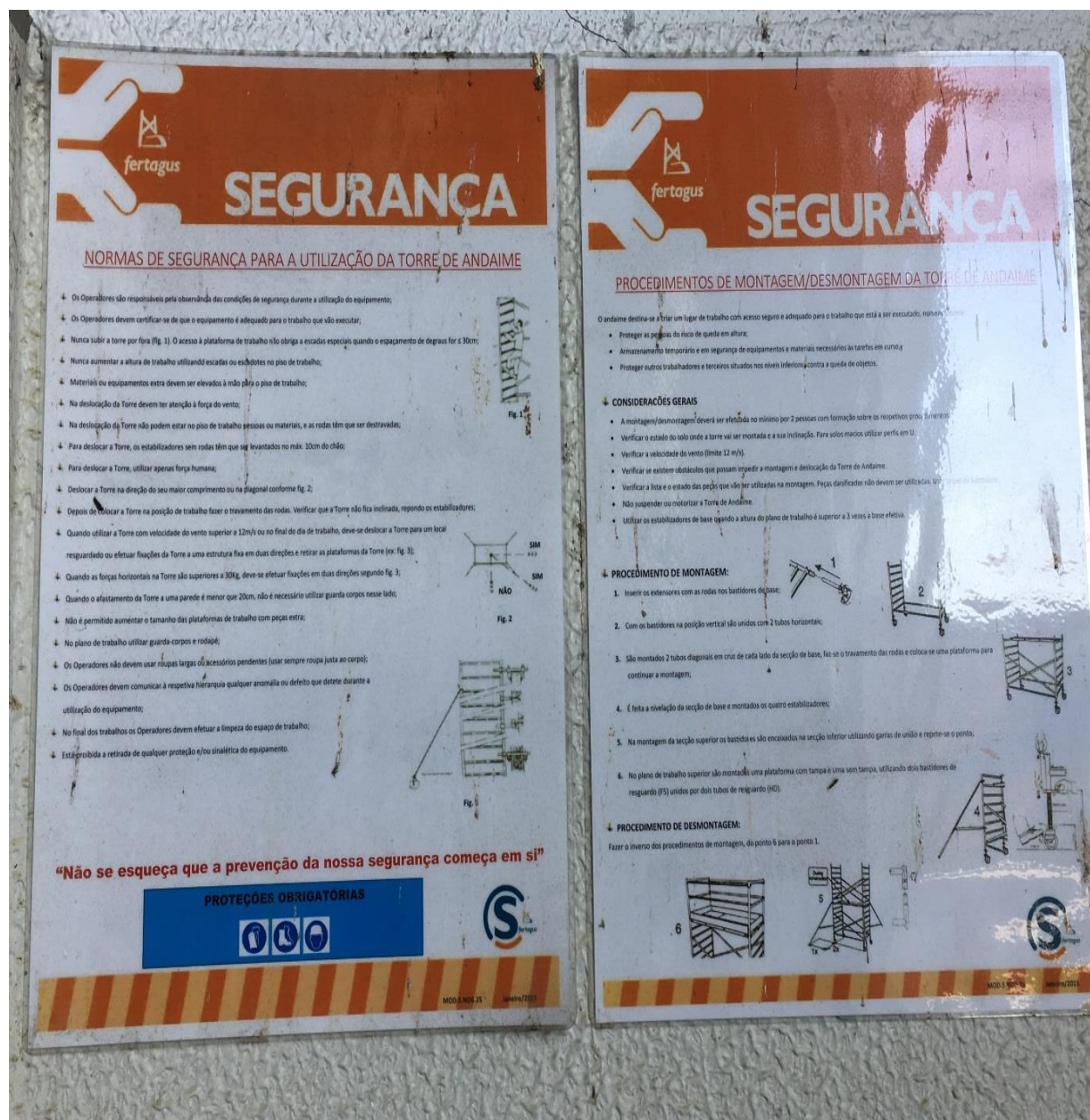


Figura C.1- Normas de segurança



Figura C.2- Normas de segurança

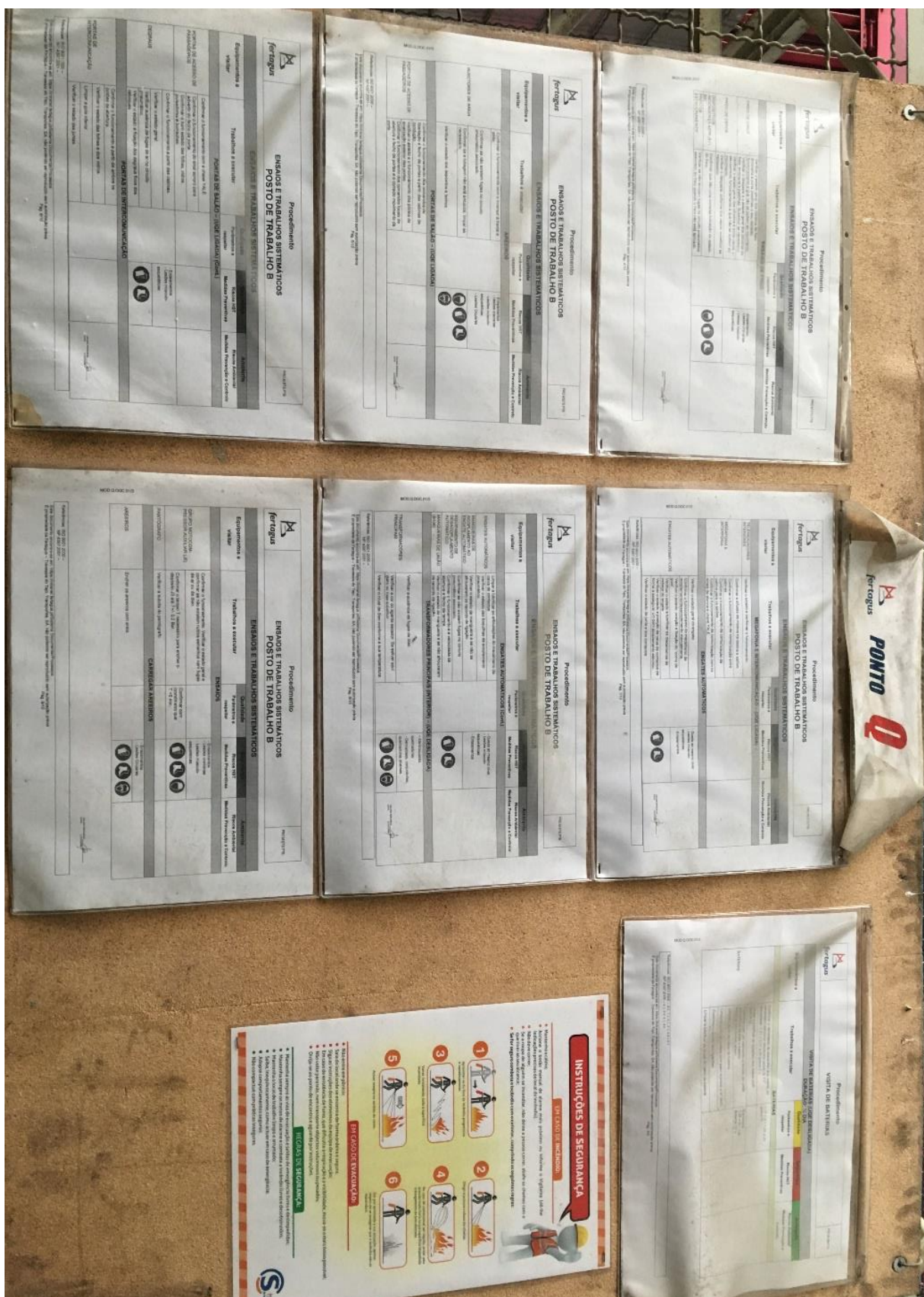


Figura A.2- Normas de segurança